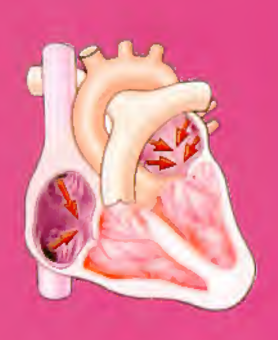
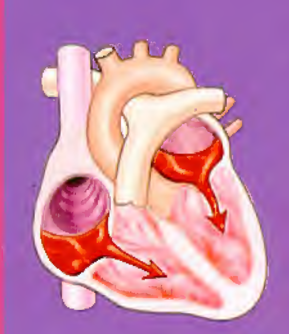
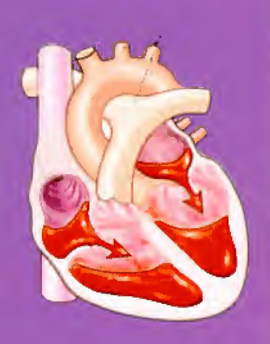
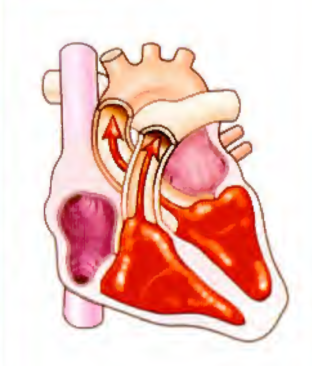
atlas VISUAL de fisiología

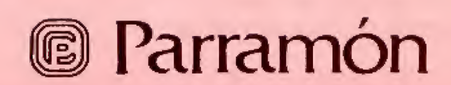




Q.W. Editores S.A.C

atlas VISUAL de fisiología



Está es una edición preparada especialmente
para el grupo La República

Atlas Básico de Fisiología

Autor: Parramón Ediciones S.A.

Editor: Q.W. Editores S.A.C., para esta edición 2006

Impreso en los talleres gráficos de:
QUEBECOR WORLD PERÚ S.A.
Av. Los Frutales 344, Lima 3, Perú

ISBN: 9972-58-311-2, de la colección
ISBN: 9972-58-320-1, del tomo II.
Primera Edición Mayo 2006
Tiraje: 95 000 ejemplares
Depósito Legal: 2006 – 3315
Registro de Proyecto Editorial: 31501010600278

Adaptación y revisión científica
Dr. Adolfo Cassan

Dirección Editorial
Lluis Borrás

Diseño gráfico y maquetación
Estudi Toni Inglés

Archivo Parramón, Estudio Marcel Socías, Antonio Muñoz Tellado

Dirección de Producción
Rafael Marfil

PRESENTACIÓN

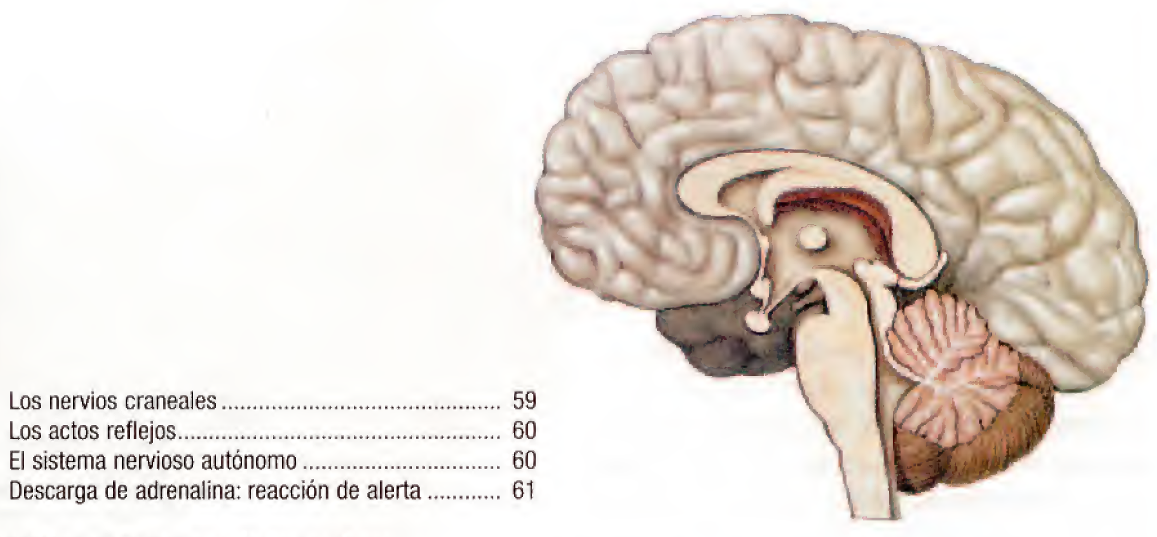
Este Atlas de fisiología brinda a los lectores una magnífica oportunidad para conocer el funcionamiento del organismo humano. Constituye, pues, un instrumento de máxima utilidad para acceder a la maravilla que representa nuestro cuerpo, tantas veces comparado con una máquina, aunque mucho más complejo que cualquier aparato de los que el ser humano haya diseñado hasta la fecha e incluso, con total certeza, de los que en tiempos futuros pueda llegar a fabricar.

Los diferentes apartados de esta obra conforman un completo resumen de la fisiología humana. Constan de múltiples láminas y figuras, esquemáticas aunque rigurosas, que muestran las principales características del funcionamiento de los diferentes aparatos y sistemas de nuestro organismo. Tales ilustraciones, que constituyen el núcleo central de este volumen, están complementadas con breves explicaciones y apuntes que facilitan los principales conceptos, así como con un índice alfabético que permite localizar con facilidad toda cuestión de interés.

Al emprender la edición de este Atlas de fisiología nos marcamos como objetivo realizar una obra práctica y didáctica, útil y accesible, de rigurosa seriedad científica y, a la par, amena y clara. Esperamos que los lectores consideren cumplidos nuestros propósitos.



SUMARIO



INTRODUCCIÓN

La función del aparato circulatorio y de la sangre es la de aportar sustancias nutritivas y oxígeno a todas las células del organismo, así como recoger las sustancias de desecho y conducirlas a ciertos órganos que las eliminarán.

LA FISIOLOGÍA

La fisiología es la ciencia que estudia el **funcionamiento** de los seres vivos, es decir, los múltiples procesos biológicos que se desarrollan en las células, los tejidos, los aparatos y sistemas del organismo, así como las numerosas interrelaciones que existen entre todos sus componentes y los mecanismos de control que permiten una actividad coordinada del conjunto. La denominación de esta ciencia procede de los términos griegos *fysis*, que significa "naturaleza", y *logía*, que significa "estudio" o "ciencia".

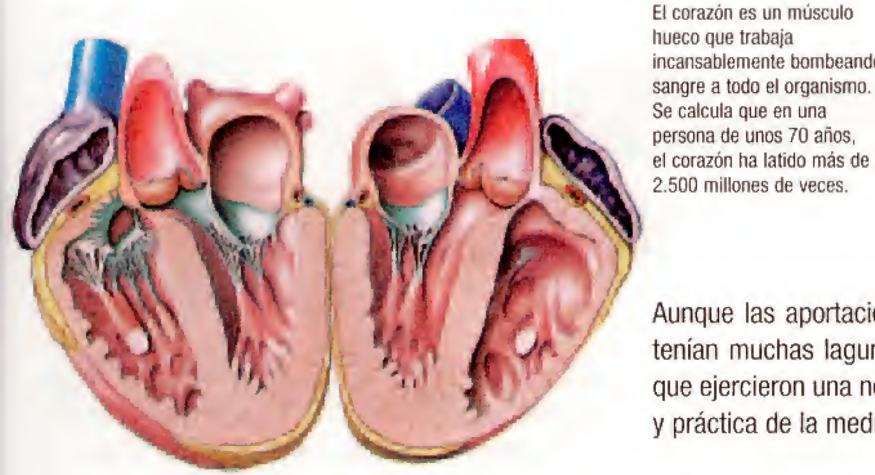
Ante todo, cabe destacar que la fisiología está en íntima relación con otras disciplinas científicas, como la **anatomía**, que describe la estructura del organismo, y que se sustenta sobre todo en la física y la química, pues los procesos fisicoquímicos constituyen la base de la vida. Y, por supuesto, es una parte fundamental de la **medicina**, ya que sólo si se conoce el funcionamiento normal del organismo se pueden comprender sus alteraciones y los mecanismos que las producen –de lo que se ocupa la rama denominada fisiopatología–, así como determinar los remedios más adecuados para solucionar los trastornos y mantener un adecuado estado de salud.



Las emociones fuertes, como las que proporcionan muchos deportes de aventura, desencadenan en el organismo la secreción de ciertas hormonas, como la adrenalina.

Hay ramas de la fisiología que se centran en el estudio de los organismos más simples, de las plantas y de los animales, porque si bien en el funcionamiento de todos los seres vivos existen múltiples coincidencias, también hay diferencias más o menos significativas.

En esta obra nos ceñiremos en exclusiva a la **fisiología humana**, que es la rama más antigua de esta ciencia. Precisamente, conviene comenzar por un breve repaso de la historia de esta disciplina científica, puesto que nos ayudará a comprender mejor sus propósitos y su alcance.



El corazón es un músculo hueco que trabaja incansablemente bombeando sangre a todo el organismo. Se calcula que en una persona de unos 70 años, el corazón ha latido más de 2.500 millones de veces.

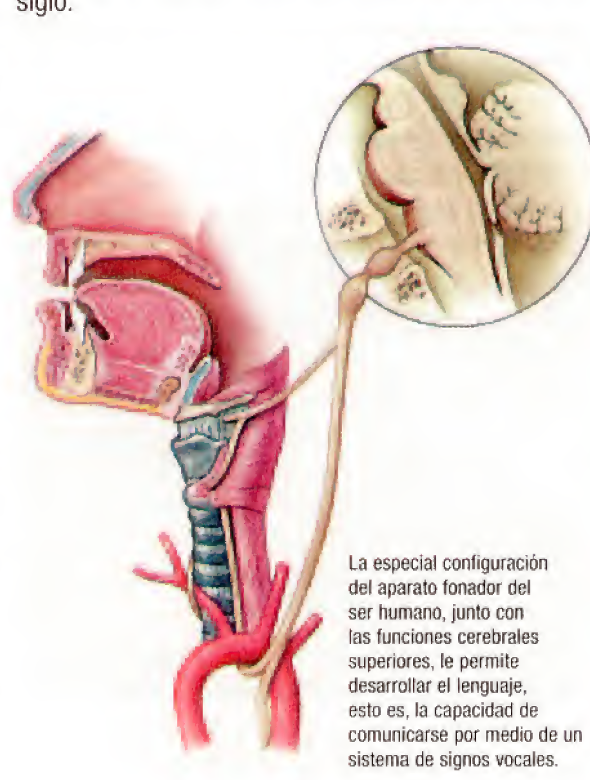
LOS PRIMEROS PASOS DE LA FISIOLOGÍA

Aunque en un principio la fisiología se consideraba sólo como una parte de la medicina y no alcanzó un auténtico desarrollo como ciencia independiente hasta el siglo XIX, sus antecedentes son muy remotos. Ya en la antigua China se intentaba explicar el funcionamiento del organismo, aunque por aquel entonces los conocimientos se basaban más en la **especulación** que en la investigación. Al igual que lo que ocurría en la antigua Grecia. En realidad, el primer antecedente de esta disciplina se adjudica a los estudios realizados hacia el año 300 a.C. por el médico alejandrino **Herófilo de Calcedonia**, que realizó gran cantidad de disecciones humanas en cadáveres de criminales y, además de sentar las bases de la anatomía humana, intentó explicar el funcionamiento del corazón y el aparato circulatorio.

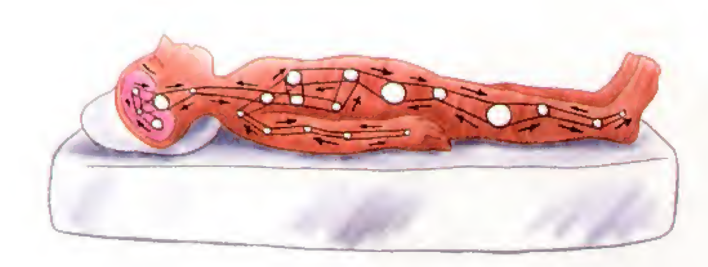
Fue en el siglo II d.C. cuando el médico griego **Galeno** (129-201) sentó las bases de lo que más tarde sería la fisiología experimental con sus investigaciones realizadas a partir de disecciones de animales. Entre sus logros, destaca el haber demostrado que las arterias contienen sangre y no aire –como se pensaba desde hacía más de cuatrocientos años–, que los riñones producen la orina o que el cerebro controla las cuerdas vocales a través de los nervios laríngeos.

Aunque las aportaciones de este meritorio científico tenían muchas lagunas e imprecisiones, lo cierto es que ejercieron una notable influencia en la enseñanza y práctica de la medicina durante muchos siglos.

Hubo que esperar mucho, hasta superada la Edad Media, para que los conocimientos en este campo avanzaran. En el siglo XVI se realizaron algunos estudios importantes y fue entonces cuando surgió el término "fisiología", que apareció por vez primera en un libro publicado en 1548 por el médico francés **Jean Fernel** (1497-1558), donde se exponían las teorías prevalentes en la medicina de la época en temas como la circulación sanguínea, la digestión o la respiración. Unas teorías aún erróneas que, poco a poco, fueron siendo rebatidas a lo largo del siguiente siglo.



La especial configuración del aparato fonador del ser humano, junto con las funciones cerebrales superiores, le permite desarrollar el lenguaje, esto es, la capacidad de comunicarse por medio de un sistema de signos vocales.


Incluso en los momentos de sueño y reposo, los diversos aparatos y órganos de nuestro cuerpo trabajan de manera autónoma y eficaz.

LA FISIOLOGÍA MODERNA

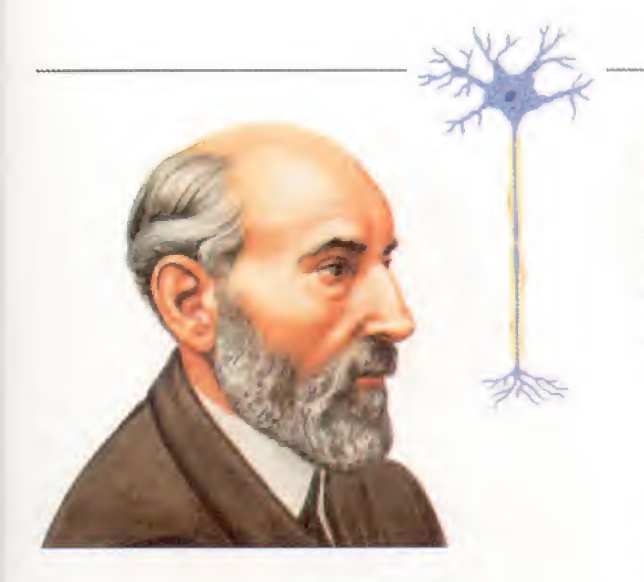
Fue en el siglo XVII cuando realmente nació la "fisiología moderna" de la mano del médico inglés **William Harvey** (1578-1657), quien descubrió y describió correctamente el mecanismo de la circulación sanguínea. Aunque visto desde nuestros días puede parecer algo obvio, hasta entonces no se sabía que el corazón actúa como una bomba que impulsa la sangre por los vasos circulatorios para que recorra todo el organismo. Este descubrimiento, tras superar las reticencias de los múltiples detractores contemporáneos, marcó un auténtico hito en la historia de la fisiología, ya que puso en cuestionamiento las teorías aceptadas hasta el momento e impulsó de manera notable las investigaciones sobre el funcionamiento del organismo.

Los grandes progresos que se produjeron en el campo de la física y la química a lo largo del siglo XVIII posibilitaron un espectacular avance en el ámbito de la fisiología. Fue en esta época cuando se describieron fenómenos tan importantes como el intercambio gaseoso que se produce en los pulmones entre el aire y la sangre, la actividad del jugo gástrico durante la digestión o el mecanismo eléctrico de la contracción muscular. Sin duda, estas aportaciones de la fisiología supusieron un enorme avance en los conocimientos, aunque sólo de manera parcial.

LOS CONOCIMIENTOS CONTEMPORÁNEOS

Ya en el siglo XIX aparece una figura capital en esta ciencia: el fisiólogo francés **Claude Bernard** (1813-1878), creador de un auténtico método experimental para adquirir conocimientos basados en la propuesta de una hipótesis de trabajo, la realización de observaciones, el planteamiento de dudas y la obtención de pruebas y confirmaciones. Bernard estudió el metabolismo de los hidratos de carbono, la digestión en el ser humano, la actividad del sistema nervioso autónomo y muchas cuestiones más, convirtiéndose, a través de numerosas publicaciones, en el portavoz de los conocimientos fisiológicos de su época. Pero su mayor contribución consistió en establecer el principio de que los organismos vivos nunca están en reposo, sino que experimentan continuos cambios dinámicos cuyo objeto es mantener el equilibrio interno.
La base de la salud, según propuso Bernard, es el éxito del organismo en el mantenimiento de este equilibrio. Los principios de este magnífico científico se fueron confirmando así como ampliando con el devenir del tiempo. Y en el siglo XX los descubrimientos han ido sucediéndose sin parar, sobre todo gracias al progreso tecnológico, el desarrollo de la bioquímica y el avance de la genética, factores que han proporcionado un enorme impulso a la fisiología y nos permiten disponer, en los inicios del siglo XXI, de un profundo conocimiento del funcionamiento del cuerpo humano.


Seguir unos buenos hábitos alimentarios, resulta esencial para el correcto funcionamiento del organismo.



Muchos han sido los médicos y científicos que han estudiado el cuerpo humano. El español Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), por ejemplo, hizo importantes investigaciones sobre el tejido nervioso humano, y en especial sobre la neurona.

LAS PARTES DE UN TODO

La fisiología humana abarca, como se ha dicho, un campo muy amplio. Los conocimientos actuales nos permiten saber con suma precisión, entre otras cuestiones, los mecanismos mediante los cuales se produce el constante intercambio de materia y energía entre el organismo y el exterior, factor imprescindible para la vida, así como los mecanismos necesarios para la obtención y aprovechamiento de dichos recursos, como la digestión, que nos permite asimilar los nutrientes básicos que contienen los alimentos, o la respiración, a través de la cual captamos el oxígeno que emplean como combustible las células para las reacciones metabólicas que les proporcionan energía.

Y mucho más, pues la fisiología pretende explicar con el mayor detalle posible la función de todas y cada una de las distintas partes de nuestro cuerpo: la actividad del corazón, que actúa como una bomba que impulsa la sangre a una intrincada red de vasos circulatorios para que recorra todo el organismo transportando a los tejidos nutrientes y oxígeno; la de los riñones, que sin cesar filtran la sangre para eliminar a través de la orina los residuos del metabolismo; la del aparato locomotor, que nos permite los desplazamientos y movimientos de la vida cotidiana; la del sistema endocrino, que a través de las hormonas regula el funcionamiento de todo el organismo; la del sistema nervioso, que controla todas las reacciones orgánicas y además es responsable de las funciones psíquicas superiores...

Cabe señalar, sin embargo, que si bien está constituido por diferentes aparatos y sistemas que tienen misiones específicas, el organismo funciona como una unidad: es imprescindible, para mantenernos con vida y en perfecto estado de salud, que los diversos tejidos y órganos mantengan una actividad perfectamente coordinada, pues son, en gran parte, interdependientes en sus funciones.

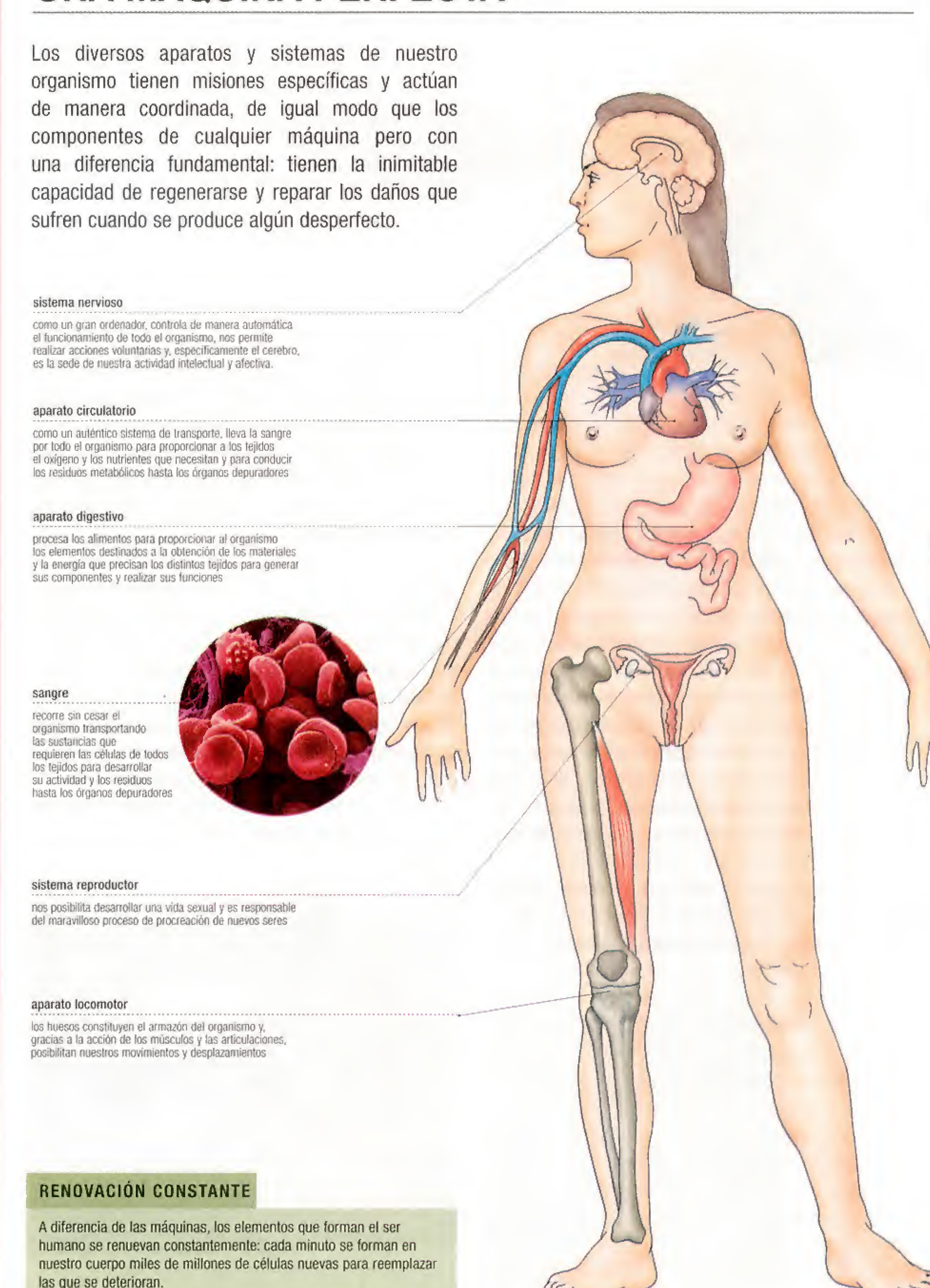
Atendiendo a lo dicho, y esto debe quedar muy claro, la división del organismo en aparatos y sistemas es en cierto modo artificial y tiene sobre todo una finalidad didáctica, ya que permite entender con mayor facilidad el funcionamiento parcial de cada parte del cuerpo. Por este motivo, aunque de manera constante se hagan referencias a las interrelaciones existentes entre los diferentes sectores, a continuación esta obra pasa revista a la fisiología de todos y cada uno de los distintos aparatos y sistemas del organismo humano.



A pesar de ser el único ser vivo inteligente, el ser humano es uno de los animales que más tiempo tarda en completar su aprendizaje.

UNA MÁQUINA PERFECTA

Los diversos aparatos y sistemas de nuestro organismo tienen misiones específicas y actúan de manera coordinada, de igual modo que los componentes de cualquier máquina pero con una diferencia fundamental: tienen la inimitable capacidad de regenerarse y reparar los daños que sufren cuando se produce algún desperfecto.



sistema nervioso

como un gran ordenador, controla de manera automática el funcionamiento de todo el organismo, nos permite realizar acciones voluntarias y, específicamente el cerebro, es la sede de nuestra actividad intelectual y afectiva.

aparato circulatorio

como un auténtico sistema de transporte, lleva la sangre por todo el organismo para proporcionar a los tejidos el oxígeno y los nutrientes que necesitan y para conducir los residuos metabólicos hasta los órganos depuradores

aparato digestivo

procesa los alimentos para proporcionar al organismo los elementos destinados a la obtención de los materiales y la energía que precisan los distintos tejidos para generar sus componentes y realizar sus funciones

sangre

recorre sin cesar el organismo transportando las sustancias que requieren las células de todos los tejidos para desarrollar su actividad y los residuos hasta los órganos depuradores

sistema reproductor

nos posibilita desarrollar una vida sexual y es responsable del maravilloso proceso de procreación de nuevos seres

aparato locomotor

los huesos constituyen el armazón del organismo y, gracias a la acción de los músculos y las articulaciones, posibilitan nuestros movimientos y desplazamientos

RENOVACIÓN CONSTANTE

A diferencia de las máquinas, los elementos que forman el ser humano se renuevan constantemente: cada minuto se forman en nuestro cuerpo miles de millones de células nuevas para reemplazar las que se deterioran.

genes

contenidos en los cromosomas de los núcleos celulares, constituyen el "manual de instrucciones" para la formación y el funcionamiento de nuestro organismo

sentidos

nos permiten mantenernos en contacto con el exterior y obtener una preciosa información sobre el medio que nos rodea

sistema endocrino

regula el funcionamiento del organismo a través de las hormonas que fabrican las glándulas de secreción interna

aparato respiratorio

se encarga del intercambio de gases entre el organismo y el exterior para que podamos obtener oxígeno, vital para nuestra vida, y librarnos de residuos tóxicos

aparato urinario

es el principal sistema depurador del organismo, pues filtra la sangre para eliminar con la orina los productos tóxicos y los residuos metabólicos nocivos

piel

es el revestimiento de nuestro cuerpo, nos protege de las agresiones externas y permite mantener una temperatura idónea en el interior del organismo

sistema linfático

se encarga de la "limpieza" del organismo, pues absorbe las partículas presentes en los minúsculos espacios intercelulares para eliminar las impurezas y colaborar en la destrucción de los agentes nocivos

sistema inmunitario

es el sistema de defensa del organismo, pues ataca a los microbios y elementos extraños peligrosos de cualquier tipo que logran penetrar en nuestro cuerpo

LA PIEL, NUESTRO PRIMER VESTIDO

La piel es una **membrana** gruesa, resistente y flexible que está provista de diversas estructuras anexas (glándulas sudoríparas, glándulas sebáceas, receptores sensitivos, folículos pilosos y uñas) y constituye el **revestimiento corporal**, aunque desarrolla también otras diversas e importantes funciones.

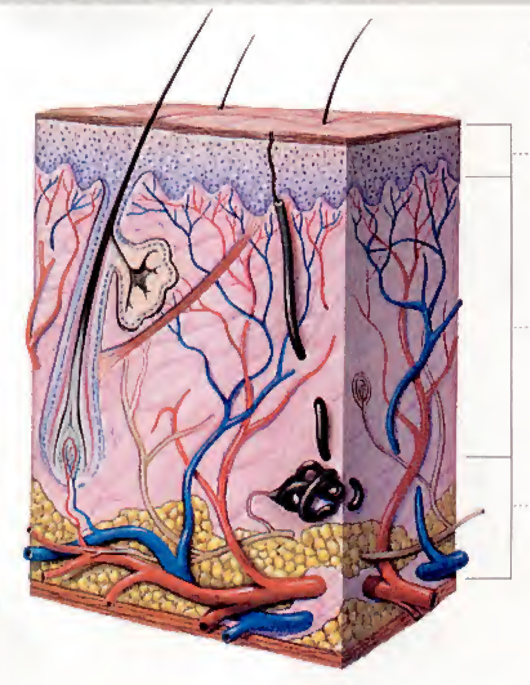
FUNCIONES DE LA PIEL

La piel está formada por tres capas superpuestas bien diferenciadas entre sí (epidermis, dermis e hipodermis). La principal función de la piel es actuar como **barrera protectora**, impidiendo el paso de microbios, sustancias químicas agresivas o agentes físicos nocivos presentes en el medio ambiente al interior del organismo, pero también participa en la **regulación de la temperatura corporal** y del medio interno, amortigua los efectos de las agresiones mecánicas, constituye una importante reserva energética y actúa como **órgano sensorial**.



El acné (que procede del griego akmé, punta) tiene un tratamiento paliativo.

ESTRUCTURA DE LA PIEL

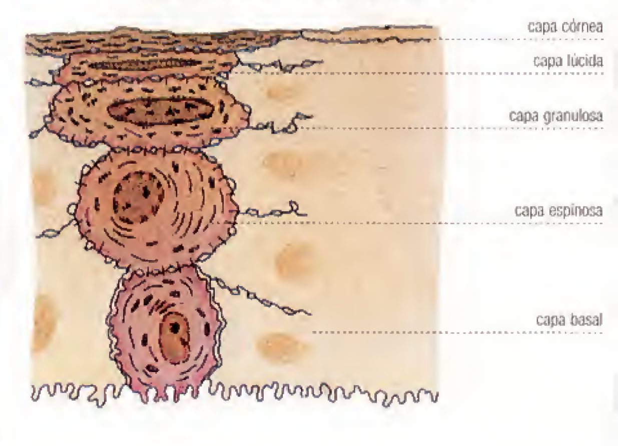


En una persona adulta la piel tiene una extensión total de 1,5 a 2 m^2 y, considerando sólo la epidermis y la dermis, pesa alrededor de 4 kg.

REGENERACIÓN DE LA EPIDERMIS

La epidermis experimenta un proceso de renovación constante, pues las células superficiales, expuestas al desgaste que supone el contacto con el medio externo y las múltiples agresiones que ello implica, continuamente se descaman y son sustituidas por otras procedentes de la profundidad. De hecho, las células de la capa basal se multiplican sin cesar y las nuevas empujan a las que están por encima hacia la superficie, atravesando las diversas capas a la par que se modifican y pierden vitalidad, hasta llegar a la capa córnea y, al cabo de cierto tiempo, desprenderse. Este proceso toma un periodo que oscila entre 20 y 30 días: puede afirmarse que cada mes cambiamos la epidermis.

LAS CAPAS DE LA EPIDERMIS





ALGUNAS ENFERMEDADES DE LA PIEL

Albinismo: trastorno de la pigmentación caracterizado por una coloración escasa o nula de la piel, el pelo y los ojos.

Acné: trastorno común en la adolescencia caracterizado por la aparición de comedones o espinillas.

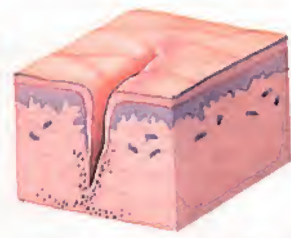
Dermatitis: inflamación de la piel.

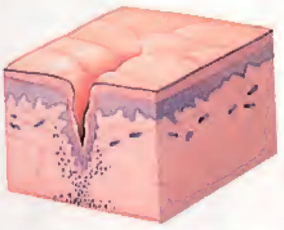
Psoriasis: trastorno crónico caracterizado por la formación de placas rojizas cubiertas por escamas blanquecinas que se descaman.

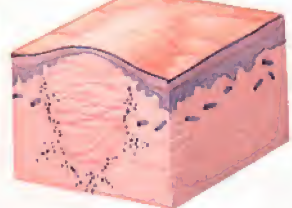
Verrugas: pequeñas tumoraciones epidérmicas causadas por una infección vírica.

CICATRIZACIÓN


los bordes de la herida quedan separados

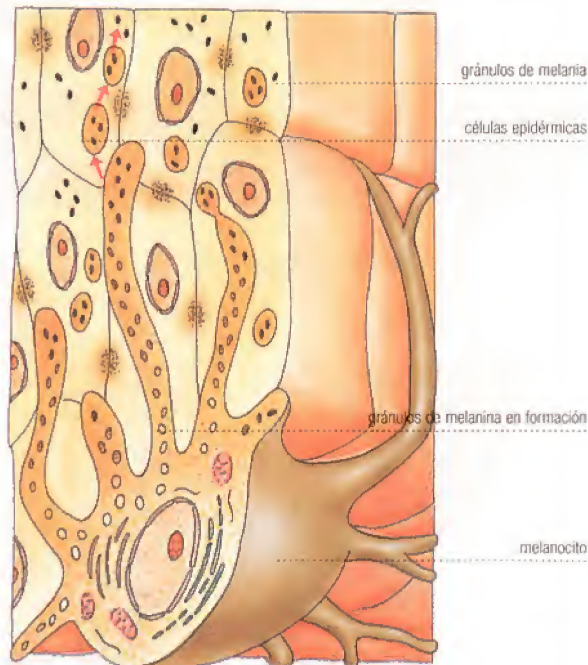

desde los bordes prolifera un tejido fibroso que tiende a rellenar la zona vacía


se restablece la continuidad de epidermis en el fondo de la lesión


el tejido fibroso empuja la epidermis a la superficie

Las consecuencias de una herida en la piel dependen de la profundidad de la lesión. Si sólo resulta afectada la epidermis, como ocurre cuando se produce una simple raspadura, el tejido se regenera a partir de la capa basal y no queda ninguna marca visible. En cambio, cuando resulta afectada también la dermis, como suele ocurrir ante un corte, se produce una brecha y los dos bordes de la herida se separan, iniciándose el **proceso de cicatrización**. Desde los bordes prolifera un **tejido de granulación** compuesto de células y fibras conjuntivas que poco a poco rellena las zonas vacías y restablece la continuidad de la epidermis, que finalmente recubre la lesión. Sin embargo, como la capa epidérmica de la zona es más delgada de lo normal y el tejido conjuntivo que repara la herida no tiene la misma estructura de la dermis original, queda en la zona una marca primero rosada y luego blanquecina, que se denomina cicatriz.

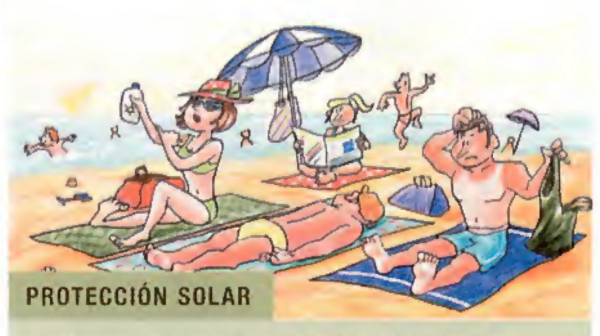
MELANOCITO



COLORACIÓN CUTÁNEA

El color de la piel depende de un pigmento llamado **melanina**, que tiene la función de absorber las radiaciones solares e impedir su paso al interior del organismo, donde ejercerían efectos nocivos. El pigmento es producido por unas células especializadas presentes en la profundidad de la epidermis, los **melanocitos**, cuya cantidad y grado de actividad están regulados por **factores hormonales y genéticos**, lo cual explica la diversa coloración cutánea de los individuos de diferentes razas y de cada persona en particular. El principal estímulo para la fabricación de melanina corresponde a la exposición al sol, que determina el fenómeno del bronceado.


La pigmentación cutánea nos protege de las radiaciones solares, aunque resulta más eficaz para ello cuanto más oscura sea la piel.

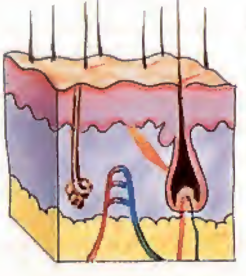


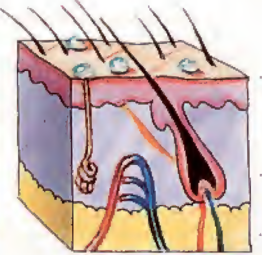
PROTECCIÓN SOLAR

La **melanina** nos protege de las radiaciones solares y por eso su elaboración aumenta **cuando tomamos el sol**: por este motivo nos bronceamos en verano. Pero hay que evitar las exposiciones solares prolongadas hasta que se haya producido una cantidad suficiente de pigmento: si no se toma el sol de forma gradual y con la debida protección, podemos sufrir quemaduras solares.

REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL

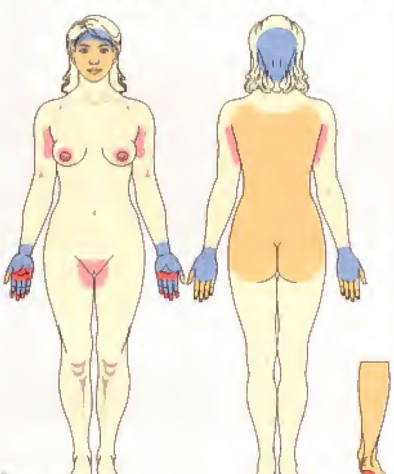
TERMORREGULACIÓN





La piel cumple una función destacada en la **termorregulación**, es decir, el mantenimiento de la temperatura corporal constante a unos 37 °C. Cuando hace frío, los vasos sanguíneos subcutáneos se contraen, para que la sangre que circula por la superficie del cuerpo no se enfríe, mientras que cuando la temperatura externa es elevada, se dilatan, para favorecer la pérdida de calor, a lo cual también contribuye la evaporación de sudor.

DISTRIBUCIÓN CORPORAL DE LAS GLÁNDULAS SUDORÍPARAS



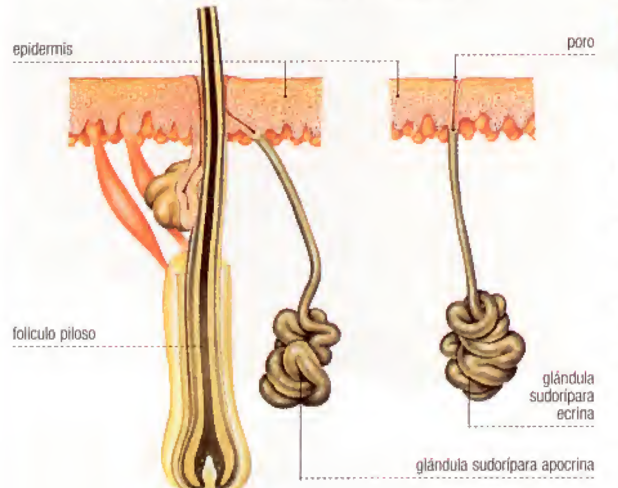
glándulas ecrinas:

- más de 300/cm2
- más de 200/cm2
- más de 100/cm2
- menos de 100/cm2
- **glándulas apocrinas**

El sudor es inodoro hasta que las bacterias presentes en la superficie corporal actúan sobre sus componentes: una higiene regular evita olores desagradables.



GLÁNDULAS SUDORÍPARAS

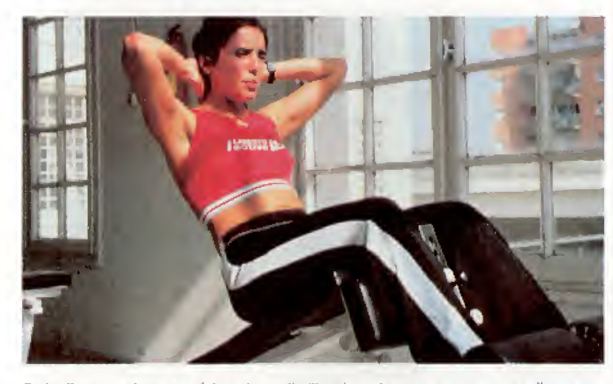


SUDOR

Es el producto de la **secreción** de las glándulas sudoríparas y está compuesto básicamente por agua que lleva disueltas pequeñas cantidades de sales y diversas sustancias químicas derivadas del metabolismo. Existen dos tipos de glándulas sudoríparas, unas denominadas **ecrinas**, que son las más abundantes y desembocan en unos diminutos poros de la superficie de la piel, y otras llamadas **apocrinas**, que abocan su secreción a un folículo piloso. La actividad de las glándulas sudoríparas, controlada por el sistema nervioso autónomo, contribuye a regular la temperatura corporal, pues la evaporación del sudor tiene un efecto refrescante sobre la piel.

ESTÍMULOS PSICOLÓGICOS

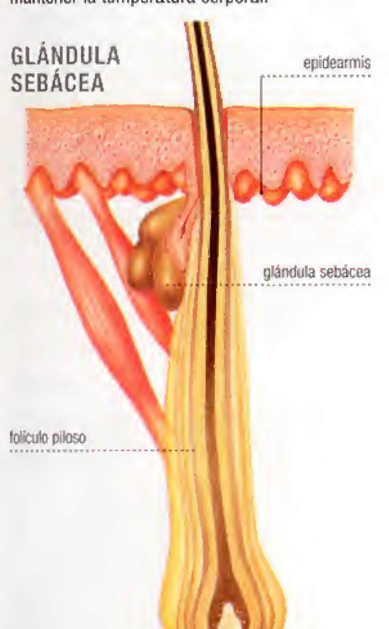
Diversos estímulos psíquicos, como el **nerviosismo** y el **miedo**, pueden provocar una **secreción abundante de sudor**, aunque esto sucede de manera evidente sólo en las palmas de las manos y las plantas de los pies. Tal secreción no tiene ninguna función aparente y guarda relación con los mecanismos reflejos primitivos de adaptación del organismo a las situaciones extremas.



Cada día se produce un mínimo de medio litro de sudor, que apenas se percibe, pero esta cantidad puede incrementarse de manera notoria en un ambiente caluroso y al practicar ejercicio físico.

GLÁNDULAS SEBÁCEAS

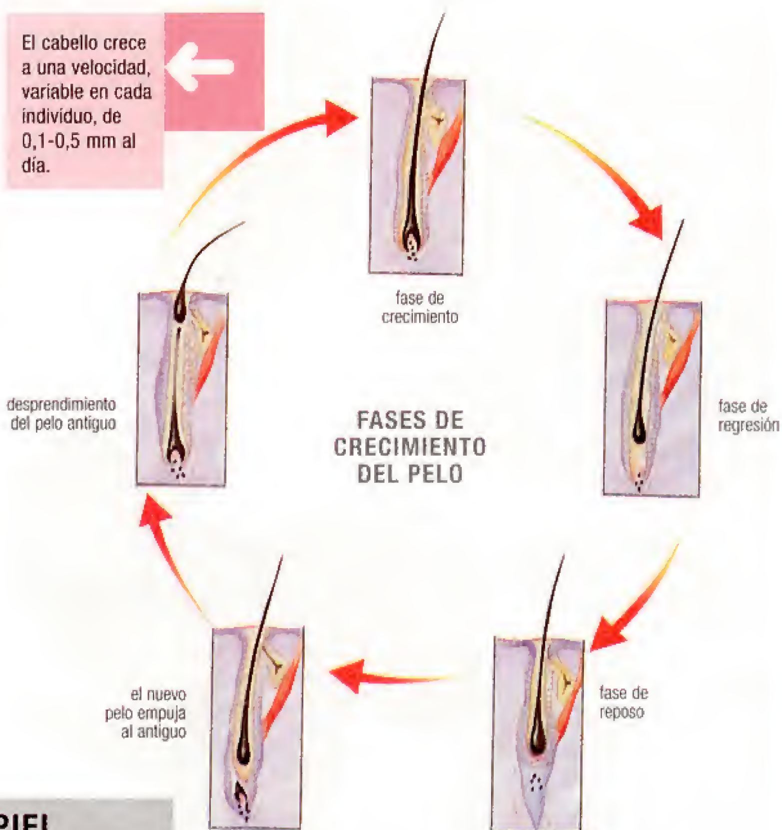
Las glándulas sebáceas, distribuidas por toda la superficie corporal pero más abundantes en la cara, el pecho, la espalda y la zona genital, elaboran una secreción grasa que forma una película protectora sobre la epidermis y lubrifica los pelos. El sebo tiene una **función protectora**, pues se mezcla con los productos de descamación de la epidermis y con el sudor constituyendo un manto ácido-graso que, entre otras cosas, dificulta el desarrollo de gérmenes en la superficie cutánea. Cuando la temperatura ambiente es baja, la secreción sebácea está más solidificada y dificulta la evaporación de sudor, con lo que contribuye a mantener la temperatura corporal.



CRECIMIENTO DEL PELO

Cada pelo, bien se trate del cabello o del vello corporal, crece en un **folículo piloso** a partir de la porción más profunda del mismo, la **matriz germinativa**, donde las células progresivamente se llenan de una proteína fibrosa denominada **queratina** y finalmente mueren, pasando a constituir el tallo de un filamento que se desplaza hacia el exterior y termina por sobresalir de la piel.

A lo largo de la vida los pelos experimentan una **fase de crecimiento**, que dura unos tres años; una **fase de regresión**, en que la actividad del folículo piloso se detiene durante unas semanas, y una **fase de reposo**, que dura algunos meses y tras la cual comienza a crecer un nuevo pelo que empuja al anterior, hasta que éste se desprende.

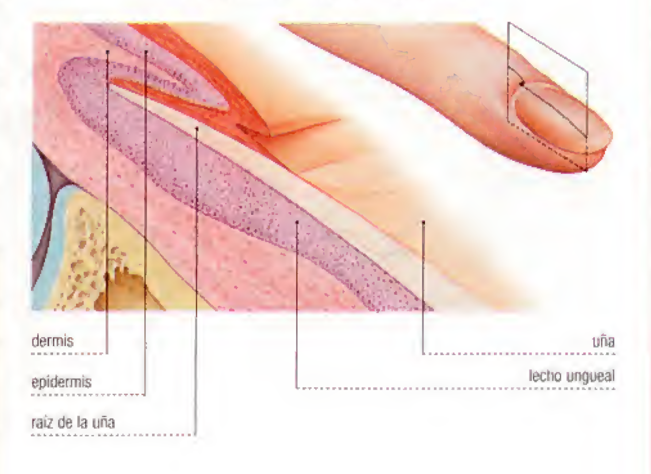


FUNCIONES DE LA PIEL

Las uñas son unas **láminas delgadas** pero **duras** y resistentes cuya función consiste en **proteger** la última falange de los dedos de las manos y los pies, aunque también resultan útiles para realizar acciones que requieren cierta precisión, como pinzar, plegar o separar. Su estructura es parecida a la de los pelos, pues están compuestas fundamentalmente por queratina y son producidas por la epidermis. El crecimiento se produce en la raíz, que queda oculta a la vista, donde las células de la capa córnea epidérmica elaboran una **queratina** muy dura que se desliza sobre el **lecho ungueal** formando una lámina correspondiente a la uña. Aunque la velocidad de crecimiento de las uñas es variable según las personas, se sitúa en alrededor de 0,1 mm al día.



ESTRUCTURA DE LA UÑA



EL APARATO DIGESTIVO

El aparato digestivo se encarga de **transformar los alimentos** sometiéndolos a una serie de procesos mecánicos y químicos para liberar sus principios básicos, que luego son absorbidos y transportados por la sangre a todos los rincones del organismo para obtener de ellos los materiales y la energía destinados a formar los tejidos y garantizar las funciones vitales.



boca
se encarga de triturar los alimentos y someterlos a la acción de la saliva, preparando el bolo alimenticio para su tránsito por el tubo digestivo

faringe
participa en la deglución

esófago
transporta el bolo alimenticio desde la garganta hasta el estómago

hígado
elabora la bilis, necesaria para la digestión de las grasas, y cumple diversas funciones en el metabolismo, como la inactivación de productos tóxicos

vesícula biliar
almacena la bilis producida en el hígado y, tras las comidas, la vierte en el duodeno

duodeno
en la primera porción del intestino delgado, los alimentos son degradados por la acción de los enzimas intestinales, el jugo pancreático y la bilis para obtener los principios nutritivos

intestino grueso
la digestión y asimilación de nutrientes finaliza en el colon, donde se absorbe el agua del bolo alimenticio y los residuos no aprovechables se transforman en materia fecal

intestino delgado
a lo largo de su recorrido por el intestino delgado, los nutrientes son absorbidos y pasan a la sangre para distribuirse por todo el organismo

recto
la última porción del intestino grueso almacena los residuos del proceso digestivo para expulsarlos al exterior con la defecación

estómago
almacena el bolo alimenticio, lo somete a la potente acción corrosiva del jugo gástrico y luego lo aboca, convertido en una papilla semilíquida, al intestino delgado

páncreas
elabora el jugo pancreático, compuesto por enzimas digestivos indispensables para la digestión de los alimentos

EL TUBO DIGESTIVO

Esquemáticamente, el aparato digestivo está formado por un largo tubo que atraviesa todo el organismo desde la boca hasta el ano. Cada sector constituye un auténtico órgano, con unas funciones propias, pero las acciones de todas las porciones del tubo están perfectamente coordinadas para degradar los alimentos que siguen el recorrido, absorber los principios nutritivos básicos resultantes del proceso digestivo y, finalmente, expulsar al exterior los residuos no asimilables.

TIEMPO DE DIGESTIÓN

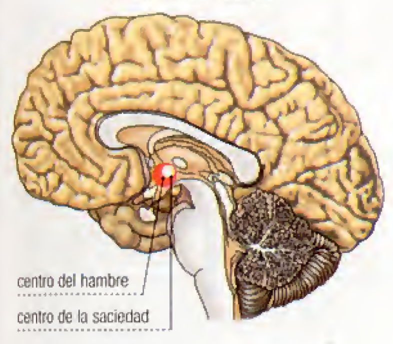
¿Cuánto tiempo pasa desde que ingerimos un alimento hasta que evacuamos los residuos de su digestión? En realidad, el tiempo que transcurre entre uno y otro acto es muy variable, pues depende de diversos factores, entre ellos la propia composición del alimento consumido. Sin embargo, como término medio, el tiempo aproximado que permanece el alimento en cada porción del tubo digestivo es el siguiente:

- **en la boca:** 1-2 minutos;
- **en el esófago:** segundos;
- **en el estómago:** 2-4 horas;
- **en el intestino delgado:** 2-4 horas;
- **en el intestino grueso:** 10-48 horas.

HAMBRE Y SACIEDAD

La sensación de apetito está regulada por dos centros nerviosos localizados en el hipotálamo, el centro del hambre y el centro de la saciedad, cuya estimulación depende de la información procedente del estómago y los sentidos. Cuando el estómago permanece vacío mucho tiempo, se activa el centro del hambre y surgen deseos de comer, al igual que a veces ocurre al ver o al percibir con el olfato una comida apetitosa. Por el contrario, cuando el estómago está lleno se estimula el centro de la saciedad y desaparecen las ganas de comer.

CENTROS DEL HAMBRE Y LA SACIEDAD





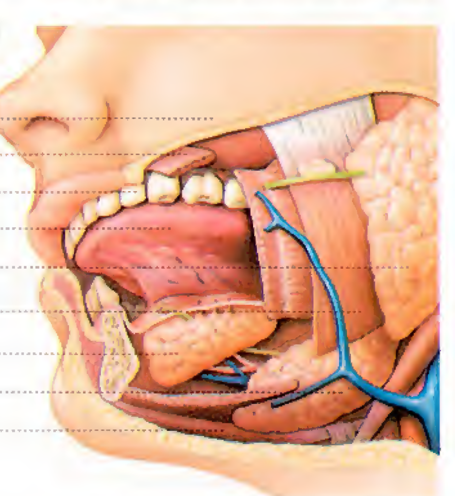
¡SE ME HACE LA BOCA AGUA!

¿Por qué a veces la producción de saliva se desencadena, sin que hayamos probado bocado, al ver un manjar, al oler un aroma de comida apetitosa e incluso simplemente al pensar en comer? Porque esos estímulos son interpretados por los núcleos nerviosos del encéfalo que controlan la producción de saliva como si ya fuéramos a comernos la comida que estamos viendo, oliendo o imaginando: puede afirmarse que, ante un plato atractivo y apetitoso, el proceso de la digestión se inicia antes de que empecemos a comer.

LA MASTICACIÓN

La masticación es un acto reflejo en el que los potentes músculos masticatorios mueven la mandíbula arriba y abajo, los dientes cortan y trituran el alimento, la saliva empapa los fragmentos y la lengua, con la colaboración de labios y carrillos, termina de convertir un producto sólido en una masa semilíquida, el bolo alimenticio. En realidad, se inicia como un acto voluntario, pues el cerebro ordena la contracción de los músculos masticatorios, pero luego se convierte en un acto automático: el contacto del alimento con el paladar y la superficie de la boca da lugar a una relajación de los músculos y el maxilar inferior cae, a lo que sigue un efecto de rebote y los músculos se contraen con firmeza tirando de la mandíbula hacia arriba para que se apriete contra el maxilar superior. Un ciclo que se repite sin que necesitemos pensar en hacerlo hasta que el alimento queda a punto para ser tragado.

ESTRUCTURAS IMPLICADAS EN LA MASTICACIÓN



LAS GLÁNDULAS SALIVALES

Distribuidas por la cavidad bucal hay multitud de diminutas formaciones glandulares que producen pequeñas cantidades de saliva de manera casi constante, pero las principales son tres pares que drenan sus secreciones al interior de la boca: **las glándulas parótidas, las glándulas submaxilares** y **las glándulas sublinguales**. Son estas glándulas, controladas por el sistema nervioso autónomo, las que producen cantidades más grandes de saliva cuando comemos.

FUNCIONES DE LA SALIVA

La saliva humedece los alimentos para facilitar la masticación, pero no es su único cometido. También tiene un efecto **antiséptico**, porque contiene glóbulos blancos y enzimas que actúan contra muchas bacterias que pueden penetrar en la boca, y asimismo contiene un **enzima digestivo** que inicia ya en la boca la degradación de los almidones. Además, es importante para el habla, pues al mantener humedecidos los labios y la lengua favorece la articulación de las palabras.

¡TENGO LA BOCA SECA!

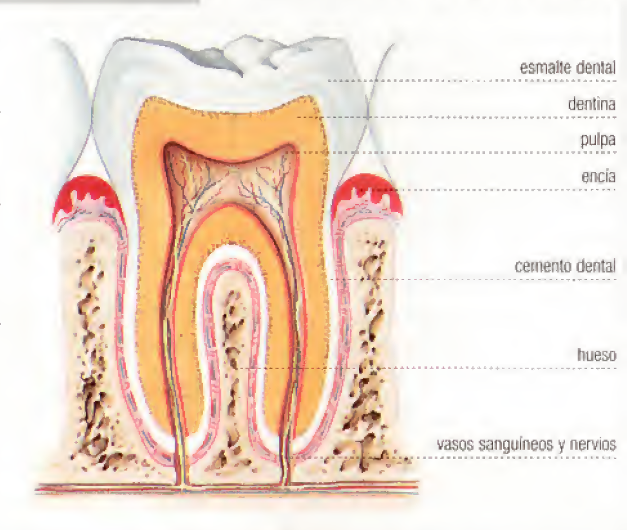
La producción de saliva está controlada por el sistema nervioso autónomo que regula, de manera inconsciente y automática, múltiples funciones orgánicas. Pero el sistema nervioso autónomo está dividido en dos sectores con acciones contrapuestas, llamados parasimpático y simpático: el primero predomina cuando estamos tranquilos, mientras que el segundo se activa en situaciones de alerta, cuando estamos nerviosos o sentimos miedo. Y la activación del sistema simpático, entre otras consecuencias, determina una interrupción de la secreción de saliva: por eso es típico que notemos seca la boca cuando nos enfrentamos a una situación que nos causa ansiedad.



LOS DIENTES

Los dientes son unas **piezas duras** y **resistentes** que están insertadas en los maxilares superior e inferior y se encargan de **cortar, desgarrar y triturar los alimentos**. En cada diente se distinguen tres porciones: la **corona**, la parte visible que sobresale de la encía; **el cuello**, la parte intermedia, recubierta por la encía, y la **raíz**, la parte interna, insertada en el hueso maxilar. La corona está formada en su parte externa por el **esmalte dental**, el tejido más duro del organismo, y por debajo cuenta con una gruesa capa de **dentina**, un tejido menos duro que forma también toda la raíz. En el centro del diente hay una cavidad, la **pulpa**, rellena de un tejido más blando y esponjoso que contiene los vasos sanguíneos y los nervios que penetran por la raíz del diente.

SECCIÓN DE UN DIENTE



FUNCIONES DE LOS DIENTES

En la dentadura humana hay cuatro tipos de dientes, cada uno de los cuales tiene una forma particular y una función específica.

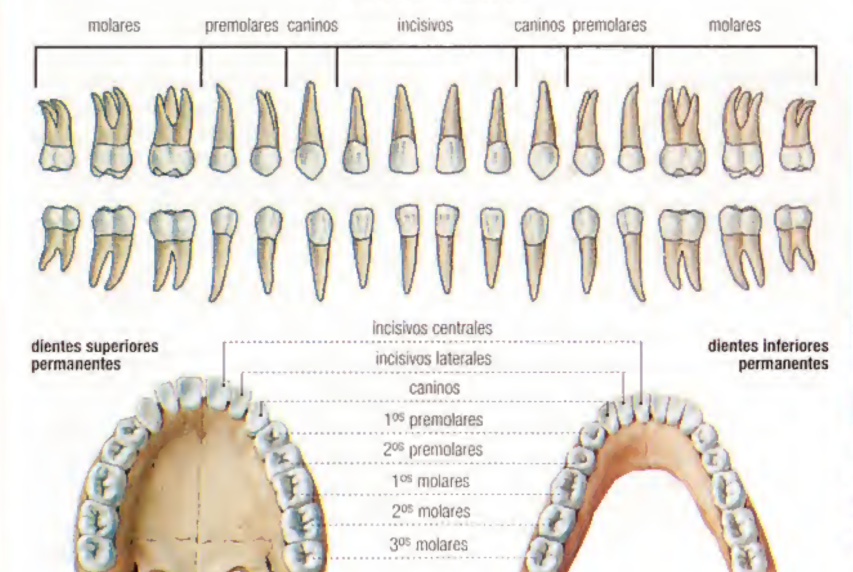
Los **incisivos**, situados en la parte central de la dentadura, tienen forma de pala o cincel, con un borde afilado, y cuentan con una sola raíz. Actúan a modo de cizalla y se encargan de cortar y partir los alimentos.

Los **caninos** o **colmillos**, situados a continuación de los anteriores y algo más grandes, tienen la corona puntiaguda y cuentan con una raíz única pero algo más larga. Su función consiste en desgarrar algunos alimentos duros o elásticos.

Los **premolares**, localizados junto a los caninos, tienen una corona más voluminosa, con dos prominencias y una depresión central, y sólo tienen una raíz. Se encargan de triturar los alimentos.

Los **molares**, situados en los extremos de la dentadura, tienen una corona cuadrada, con una superficie aplanada que presenta cuatro prominencias o cúspides, y su raíz se divide en dos o tres ramas. También se encargan, como su nombre lo indica, de triturar o moler los alimentos más duros.

TIPOS DE DIENTES



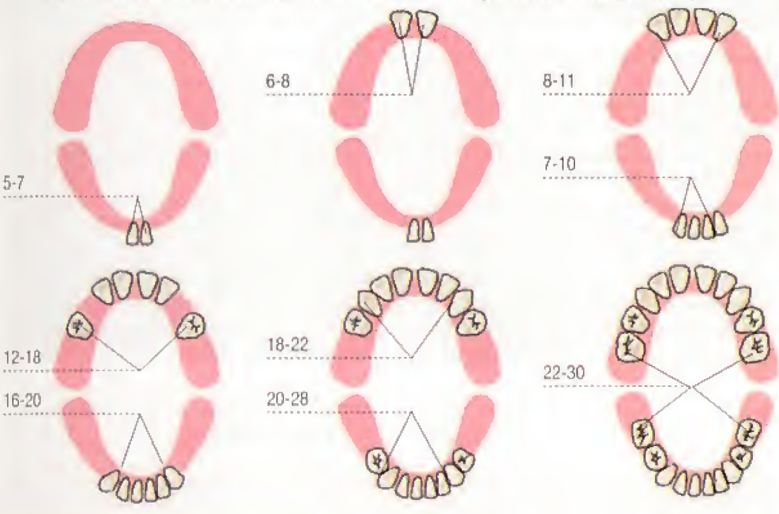
DENTICIÓN

En el ser humano, a lo largo de la vida se forman dos dentaduras: una **dentadura temporal**, compuesta por 20 **dientes de leche**, que al cabo de unos años se caen para dejar lugar a otra **dentadura definitiva**, compuesta por 32 dientes permanentes, que nunca más serán reemplazadas. La **primera dentición**, formada por ocho incisivos, cuatro caninos y ocho molares, se inicia hacia los seis meses de vida y se completa alrededor de los dos años y medio o poco más. Estos dientes se caen de manera espontánea a partir de los seis años y dejan su sitio para la erupción de los dientes permanentes. La **segunda dentición**, formada por ocho incisivos, cuatro caninos, ocho premolares y doce molares, se inicia hacia los seis o siete años y finaliza entre los dieciséis y los treinta años.



Los primeros dientes de leche caen hacia los seis o siete años.

APARICIÓN DE LOS DIENTES DE LECHE (CIFRAS EN MESES)





Hacia el medio año de edad, los bebés "mordisquean" lo que tienen a su alcance para aliviar el dolor que les produce el despuntamiento de los primeros dientes.

LAS MUELAS DEL JUICIO

Los terceros molares también se conocen como **muelas del juicio**, nombre popular que se debe a que salen entre los 16 y los 25 años, cuando se supone que se ha adquirido cierto grado de buen juicio. Sin embargo, en muchas personas estas muelas no se forman o bien no llegan a salir porque no cuentan con espacio suficiente para su erupción. Este hecho parece estar relacionado con la evolución del ser humano: hoy en día los huesos maxilares tienden a desarrollarse menos, tal vez a consecuencia de los cambios habidos en los productos que consumimos, que no requieren una masticación tan intensa como los alimentos de los hombres primitivos. En realidad, la ausencia de muelas del juicio no perjudica mucho la masticación porque la situación de estas piezas, en los extremos de la dentadura, resta mucha eficacia a su función.

APARICIÓN DE LOS DIENTES PERMANENTES (CIFRAS EN AÑOS)

7-8
11-12
10-12
8-9
10-11
6-7
12-13
16-25
16-25
12-13
6-7
10-12
7-8
11-13
9-11
6-7



Sin muelas del juicio pueden triturarse perfectamente alimentos como la carne.

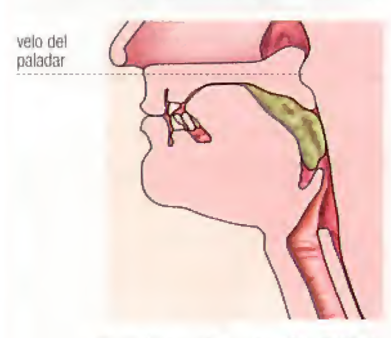
Los dientes **caninos** también se llaman colmillos, mientras que los premolares y los molares se conocen indistintamente como **muelas**.

DIENTES DE LECHE	ERUPCIÓN		CAÍDA	
	interiores	superiores	interiores	superiores
Incisivos centrales	5-7 meses	6-8 meses	6-7 años	7-8 años
Incisivos laterales	8-10 meses	8-12 meses	7-8 años	8-9 años
Caninos	14-18 meses	16-20 meses	9-11 años	11-12 años
Primeros molares	12-18 meses	12-18 meses	10-11 años	10-12 años
Segundos molares	20-28 meses	22-30 meses	10-12 años	11-13 años
DIENTES PERMANENTES				
Incisivos centrales	6-8 años	7-9 años		
Incisivos laterales	7-8 años	8-10 años		
Caninos	9-11 años	11-13 años		
Primeros premolares	10-12 años	10-12 años		
Segundos premolares	11-13 años	10-12 años		
Primeros molares	6-7 años	6-7 años		
Segundos molares	11-13 años	11-13 años		
Terceros molares	16-25 años	16-25 años		

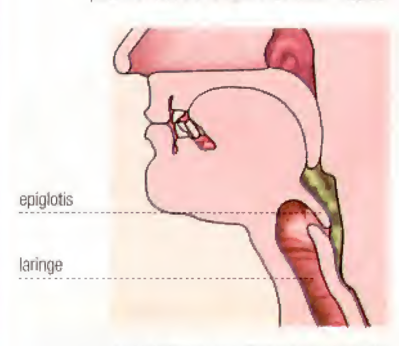
LA DEGLUCIÓN

fosas nasales
bolo alimenticio
faringe

la lengua empuja el bolo alimenticio contra el paladar y lo impulsa hacia la faringe



el velo del paladar se eleva para impedir el paso del bolo alimenticio a las fosas nasales



la epiglotis tapona la laringe para impedir el paso del bolo a las vías respiratorias

La **acción de tragar** es un complejo mecanismo mediante el cual el bolo alimenticio pasa desde la boca hasta el estómago atravesando la faringe y el esófago. El acto, que se inicia de manera voluntaria y luego se desarrolla de forma automática, requiere una correcta coordinación de los movimientos de diversas estructuras anatómicas, pues deben superarse diversos obstáculos. Cuando el bolo alimenticio atraviesa la faringe, es preciso que se eleve el **velo del paladar**, para evitar que pase a las fosas nasales, así como que se incline la **epiglotis**, para impedir que pase a las vías respiratorias.

A continuación es necesario que se abran primero el **esfínter esofágico superior**, una válvula muscular que mantiene cerrada la entrada del esófago para que no pase aire hacia el tubo digestivo, y luego el **esfínter esofágico inferior**, que en condiciones normales mantiene cerrada la desembocadura del esófago en el estómago para evitar el paso de jugo gástrico hacia la boca. Por fortuna, no tenemos que pensar en todas estas acciones, ya que se desarrollan como parte de un **acto reflejo** que se desencadena cuando el alimento penetra en la faringe.

MECANISMO DE LA DEGLUCIÓN

esfínter esofágico superior
esófago
bolo alimenticio
esfínter esofágico inferior
estómago

el esfínter esofágico superior se abre para permitir la entrada del bolo alimenticio al esófago

los músculos de las paredes del esófago se contraen secuencialmente para impulsar el bolo alimenticio en dirección al estómago

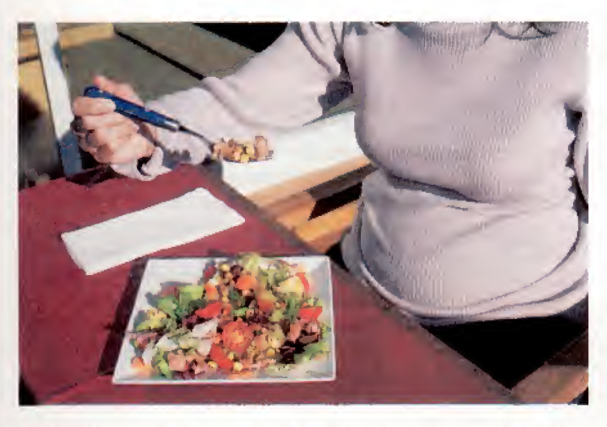
el esfínter esofágico inferior se abre para permitir la entrada del bolo alimenticio al estómago

El paso del bolo alimenticio desde la boca hasta el estómago se debe al movimiento de diversos músculos de la faringe y el esófago, no simplemente a la gravedad: por eso es posible tragar si estamos tumbados.



LA DEGLUCIÓN

El estómago tiene la función de almacenar temporalmente los alimentos ingeridos a fin de que pasen poco a poco al intestino delgado y prosigan su recorrido por el tubo digestivo en condiciones óptimas para ser aprovechados. Mientras permanece en el estómago, además, el bolo alimenticio es mezclado y triturado gracias a unas enérgicas contracciones de sus paredes musculares y también es sometido a la acción del jugo gástrico producido por la mucosa que tapiza la superficie interna del órgano, convirtiéndose así en una papilla líquida, denominada quimo, sobre la que será más efectiva la posterior acción de los agentes digestivos. Una válvula muscular, denominada píloro, regula el paso del contenido gástrico al intestino delgado.

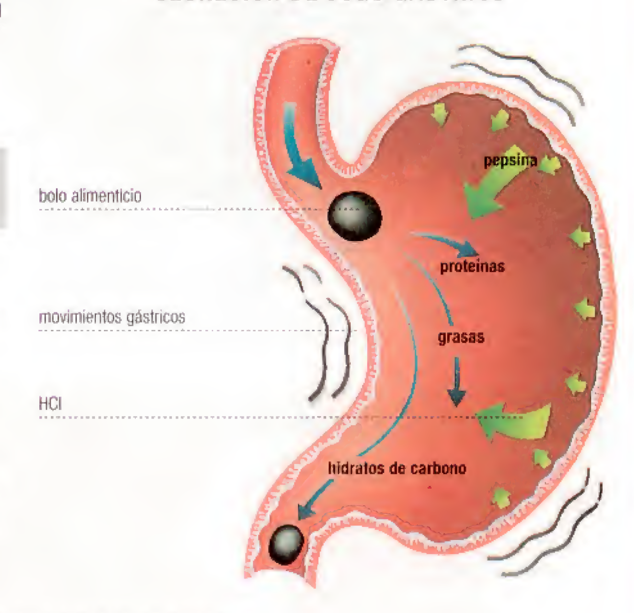


Cuando el bolo alimenticio llega al estómago, se desencadenan unos movimientos de las paredes que remueven el contenido. Estos movimientos gástricos se intensifican para triturar los alimentos, mientras el píloro, la válvula que conecta el estómago con el intestino delgado, se mantiene cerrada. Cuando los alimentos se han transformado en una papilla líquida, se abre la válvula que permite el paso de una parte del contenido estomacal al intestino delgado. Por último, la válvula se cierra y el proceso se repite hasta que el estómago se vacía.

SECRECIÓN GÁSTRICA

La pared interna del estómago está tapizada por una capa mucosa provista de numerosas glándulas minúsculas encargadas de secretar una serie de sustancias que constituyen el **jugo gástrico**. Uno de sus principales componentes es la **pepsina**, enzima cuya función consiste en **digerir las proteínas**, es decir, fraccionar estos nutrientes y liberar sus unidades básicas, los **aminoácidos**, para que posteriormente sean absorbidos en el intestino. Otro componente fundamental es el **ácido clorhídrico (HCl)**, necesario para activar la pepsina y **potente corrosivo** que reblandece los alimentos y además es capaz de destruir microbios presentes en los alimentos. Algunas glándulas de la pared gástrica también secretan moco y bicarbonato, que forman una fina película sobre la superficie interna del estómago para evitar la acción corrosiva del ácido clorhídrico sobre el propio órgano.

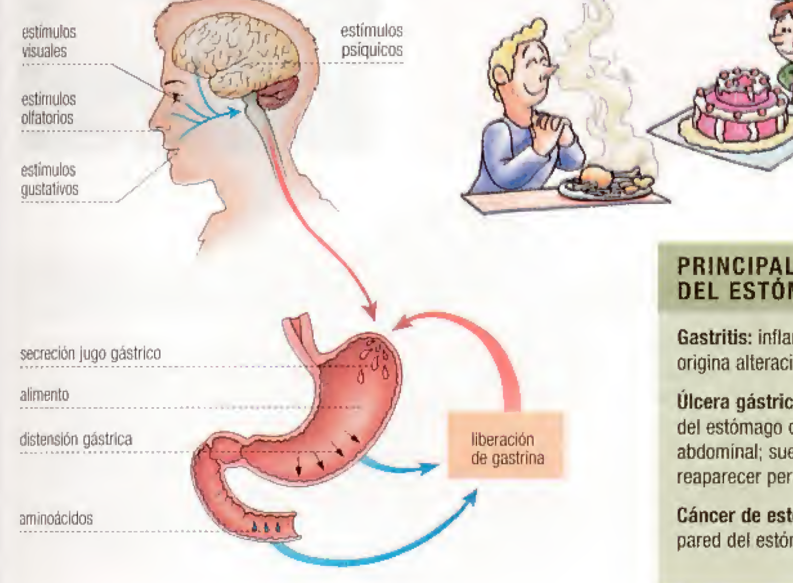
SECRECIÓN DE JUGO GÁSTRICO



REGULACIÓN DE LA SECRECIÓN GÁSTRICA

La producción de jugo gástrico es continua, pero se intensifica al comer. En realidad, la secreción gástrica se incrementa simplemente al pensar en comer y ante los estímulos desencadenados al ver, oler o saborear la comida, pues el sistema nervioso, siempre previsor y ante la inminente llegada de alimentos al estómago, ordena entonces a las glándulas estomacales que se activen. También estimula la secreción gástrica de una hormona denominada **gastrina**, cuya liberación se produce cuando el estómago se distiende a medida que se llena de alimento y también ante el paso de los aminoácidos liberados por el fraccionamiento de las proteínas al intestino delgado. En definitiva, la secreción de jugo gástrico aumenta incluso antes de probar bocado y se intensifica cuando el estómago está lleno, sobre todo cuando la comida contiene una mayor proporción de proteínas.

FACTORES QUE REGULAN LA SECRECIÓN GÁSTRICA



PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL ESTÓMAGO

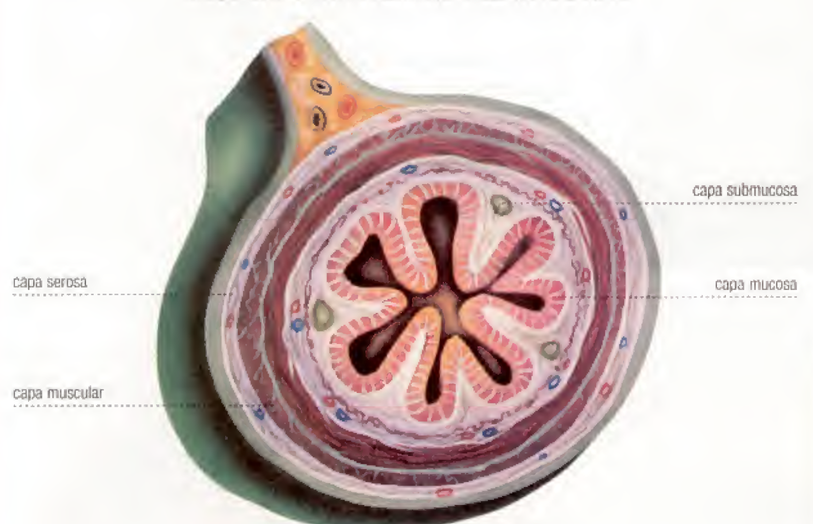
Gastritis: inflamación de la mucosa interna del estómago que origina alteraciones digestivas y molestias abdominales.

Úlcera gástrica: erosión de la mucosa que tapiza el interior del estómago que se manifiesta con acidez estomacal y dolor abdominal; suele cicatrizar en unas semanas pero tiende a reaparecer periódicamente.

Cáncer de estómago: tumor maligno que se desarrolla en la pared del estómago.

CARACTERÍSTICAS DEL INTESTINO DELGADO

SECCIÓN TRANSVERSAL DEL INTESTINO



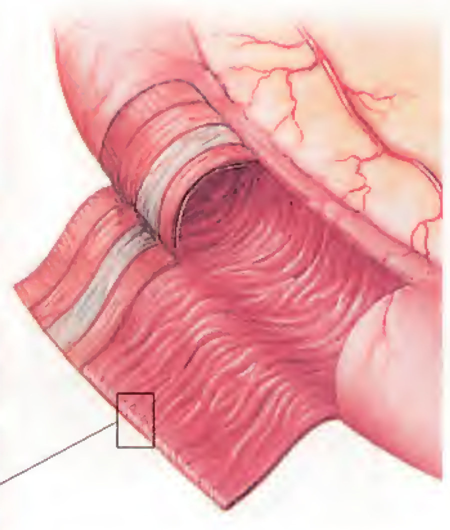
El intestino delgado es un tubo de unos siete u ocho metros de longitud y unos tres centímetros de diámetro en cuya pared se distinguen cuatro capas: una **capa mucosa**, que tapiza la superficie interna y provista de multitud de glándulas y células secretoras; una **capa submucosa**, situada por debajo de la anterior y provista de una extensa red de vasos capilares sanguíneos y linfáticos; una gruesa capa muscular, responsable de los movimientos del órgano, y una **capa serosa** que recubre el tubo por fuera.

FUNCIÓN DEL INTESTINO DELGADO

En el intestino delgado se completa la **digestión** de los alimentos procedentes del estómago, que son degradados a sus componentes básicos, y se produce la **absorción** o **asimilación** de la mayor parte de los nutrientes liberados en ese proceso. Con este fin, en el interior del intestino delgado los alimentos son sometidos a la **acción química** de diversas enzimas, algunas producidas por minúsculas glándulas presentes en la propia pared intestinal y otras procedentes del páncreas y del hígado, cuyas secreciones son vertidas en el duodeno, la primera porción del órgano.



LA MUCOSA INTESTINAL



CARACTERÍSTICAS DE LA MUCOSA INTESTINAL

La capa mucosa que tapiza el interior del intestino delgado tiene unas características especiales destinadas a aumentar la superficie de contacto con los alimentos y favorecer así la absorción de los nutrientes. Por un lado, la mucosa presenta numerosas y diminutas proyecciones hacia la luz del órgano, denominadas **vellosidades intestinales**, compuestas por una delgada capa de células. Cada una de estas vellosidades, con forma de dedo de guante, contiene en su interior unos pequeños capilares sanguíneos y linfáticos. Por otro lado, la superficie de las propias células que integran dichas vellosidades tienen un borde semejante a un cepillo, con numerosas formaciones semejantes a pelos que se denominan **microvellosidades** intestinales, que aumentan aún más la superficie de absorción de los nutrientes.

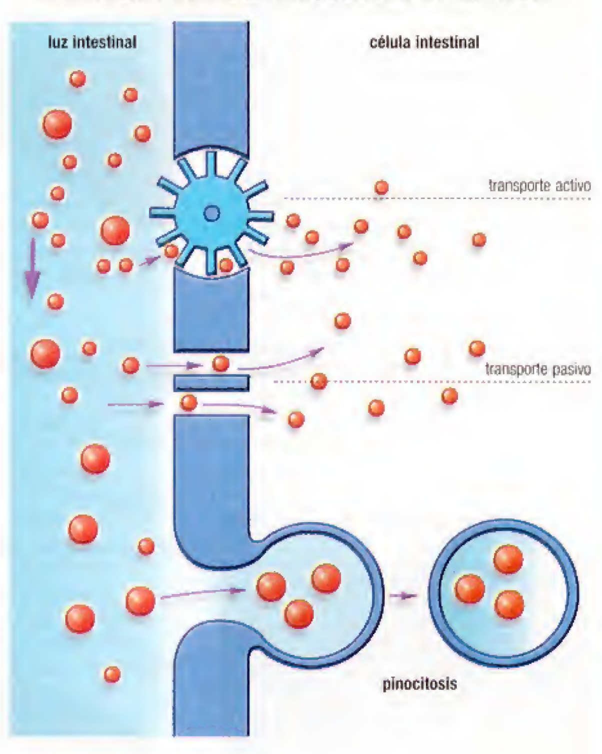


Si se extendiera la mucosa que tapiza la pared del intestino sobre una superficie plana, cubriría un área equivalente a un campo de fútbol.

ABSORCIÓN INTESTINAL

Cuando los alimentos han sido digeridos gracias a la acción de los enzimas presentes en la luz del intestino, las fracciones resultantes del proceso tienen unas dimensiones tan diminutas que es posible su absorción o **asimilación**, es decir, el paso a los vasos sanguíneos y linfáticos presentes en el interior de las vellosidades intestinales. Algunas moléculas penetran pasivamente en las células superficiales de la mucosa gástrica por minúsculos poros, otras ven facilitado su paso por enzimas transportadores y otras lo hacen mediante un fenómeno llamado **pinocitosis** (son "englobadas" por la membrana e introducidas así en el interior de la célula). Tras atravesar las células, las moléculas salen por el polo opuesto y alcanzan el centro de las vellosidades, pasando a la circulación sanguínea o linfática.

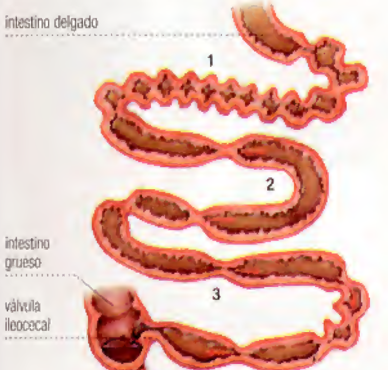
MECANISMOS DE LA ABSORCIÓN INTESTINAL



MOVIMIENTOS INTESTINALES

La pared del intestino delgado experimenta diversos tipos de **contracciones** que favorecen la mezcla del alimento con las secreciones digestivas y permiten el avance de su contenido hacia el intestino grueso. La llegada del alimento procedente del estómago desencadena unas contracciones automáticas de los distintos segmentos intestinales destinadas a **triturar** el contenido (1). También se producen contracciones opuestas de los segmentos adyacentes para lograr un movimiento de vaivén destinado a **mezclar** el contenido con las secreciones digestivas (2). Y, por último, se producen contracciones secuenciales que favorecen el **avance** del contenido hacia el intestino grueso (3). La apertura de la **válvula ileocecal** permite el paso del alimento ya digerido del intestino delgado al grueso.

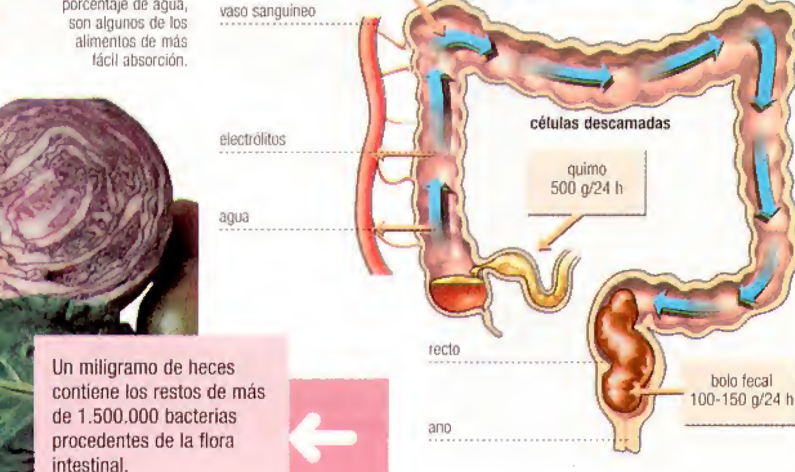
ESQUEMA DE LOS MOVIMIENTOS INTESTINALES



FUNCIÓN DEL INTESTINO GRUESO

En el intestino grueso se **almacenan los residuos** y se produce la **absorción de agua** y de algunas de las sales que contienen, elementos muy útiles para nuestro organismo y cuya pérdida resultaría perjudicial. Así, a medida que atraviesa el colon, la papilla semilíquida procedente del intestino delgado se transforma en una masa cada vez más compacta que se denomina **bolo fecal**. En realidad, a los residuos parcialmente desecados se añaden numerosas bacterias muertas de la flora intestinal, células descamadas de la pared intestinal y otros **desechos orgánicos** que constituyen las heces. El bolo fecal se almacena en el recto hasta que, cuando está lleno, las heces se expulsan al exterior.

FORMACIÓN DE LAS HECES



Las frutas y las verduras, que contienen un alto porcentaje de agua, son algunos de los alimentos de más fácil absorción.

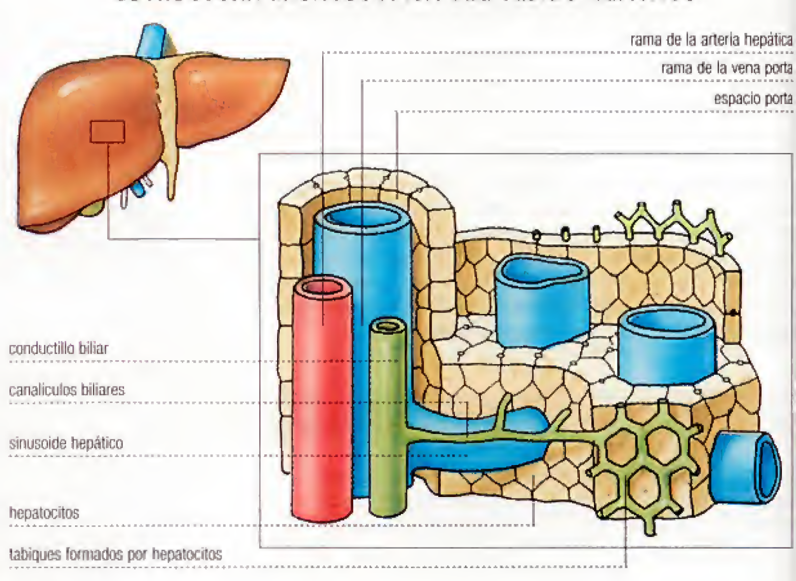
Los movimientos intestinales que provocan el avance del contenido a lo largo del tubo se conocen como **peristalsis**.

Un miligramo de heces contiene los restos de más de 1.500.000 bacterias procedentes de la flora intestinal.

EL HÍGADO

El hígado se considera una **glándula anexa del aparato digestivo**, aunque desarrolla múltiples e importantes funciones que lo convierten en un órgano vital. El tejido hepático, de hecho, presenta una de las estructuras más complejas del cuerpo. Las células hepáticas, denominadas **hepatocitos**, están dispuestas en capas que forman unos tabiques alrededor de pequeños canales que surcan todo el órgano. Por estos canales pasan ramificaciones de los vasos que llevan sangre al órgano, la **arteria hepática** y la **arteria porta**, de las cuales el hígado recibe las sustancias que debe tratar, y también unos delgados **conductillos** donde los hepatocitos vierten la **bilis** que elaboran.

ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DEL TEJIDO HEPÁTICO

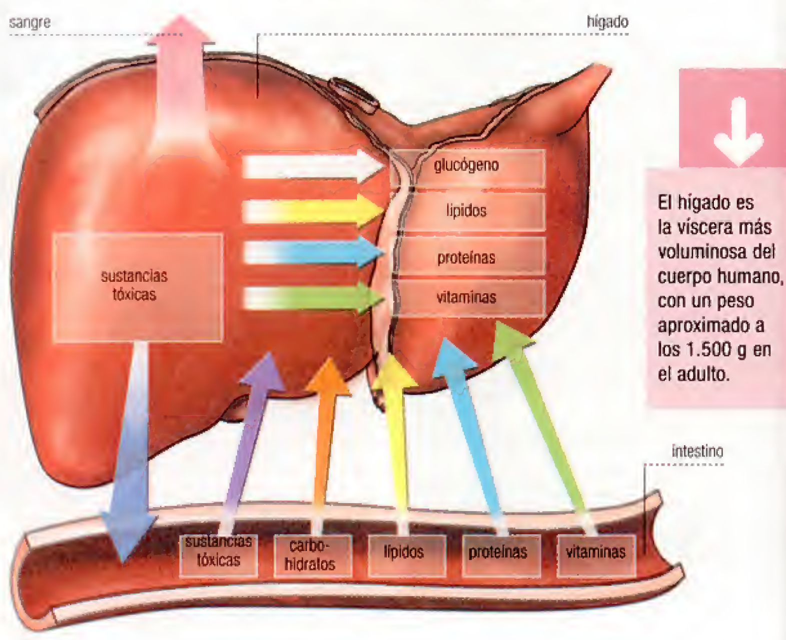




LAS FUNCIONES DEL HÍGADO

- Producción de bilis, elemento fundamental para la digestión de las grasas.
- Metabolización de los nutrientes que se absorben en el tubo digestivo, paso indispensable para su aprovechamiento orgánico.
- Almacenamiento de hidratos de carbono en forma de glucógeno, de algunos minerales y de diversas vitaminas.
- Depuración de numerosos elementos transportados por la sangre, como productos de desecho (bilirrubina, amoníaco, etc.), hormonas y medicamentos cuya acumulación en el organismo resulta tóxica.
- Síntesis de numerosas sustancias, especialmente proteínas y vitaminas.

ACTIVIDAD DEL HÍGADO



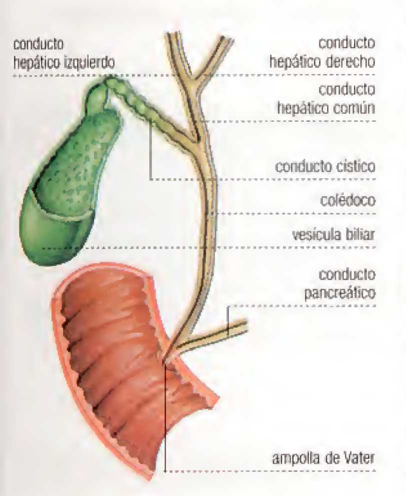
El hígado es la víscera más voluminosa del cuerpo humano, con un peso aproximado a los 1.500 g en el adulto.

LA BILIS

Es una secreción producida por el hígado, un líquido de color amarillo verdoso y sabor muy amargo. Está constituida por agua que lleva disueltas una serie de sustancias orgánicas e inorgánicas: contiene diversos **ácidos biliares**, **colesterol**, algunos minerales y ciertos pigmentos, como la **bilirrubina**, un producto de la degradación de la hemoglobina de los glóbulos rojos que da tanto el nombre como su particular coloración a la secreción. La función digestiva de la bilis es muy importante, porque facilita la degradación de las grasas contenidas en los alimentos. Algunos de los elementos contenidos en la bilis actúan sobre las grasas provocando su emulsión, como hacen los detergentes, de tal modo que resulte más fácil y eficaz la acción de los enzimas encargados de su digestión.

FUNCIÓN DE LA VESÍCULA Y LAS VÍAS BILIARES

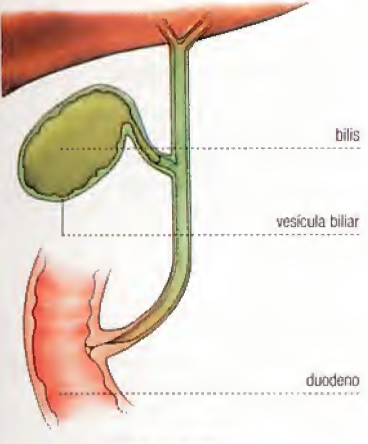
VESÍCULA Y VÍAS BILIARES



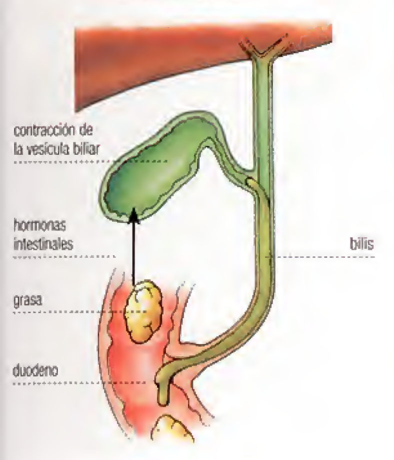
La bilis elaborada por el hígado es transportada por una serie de conductos que llevan la secreción primero hasta la vesícula biliar, un órgano hueco en forma de saco, y luego hasta la primera porción del intestino delgado, donde ejerce su acción digestiva. La producción de bilis es constante, pero esta secreción sólo es necesaria después de comer. Durante los períodos de ayuno, la bilis que sale del hígado por los conductos **hepáticos** se desvía hacia la vesícula biliar, donde se acumula y concentra. Durante la digestión, unas hormonas producidas por el intestino actúan sobre la vesícula biliar y hacen que se contraiga y expulse su contenido, a la par que se abre una válvula que regula la comunicación entre las vías biliares y el intestino, por lo que la bilis se vierte en el interior del duodeno.

ACTIVIDAD DE LA VESÍCULA BILIAR

en ayunas



durante la digestión



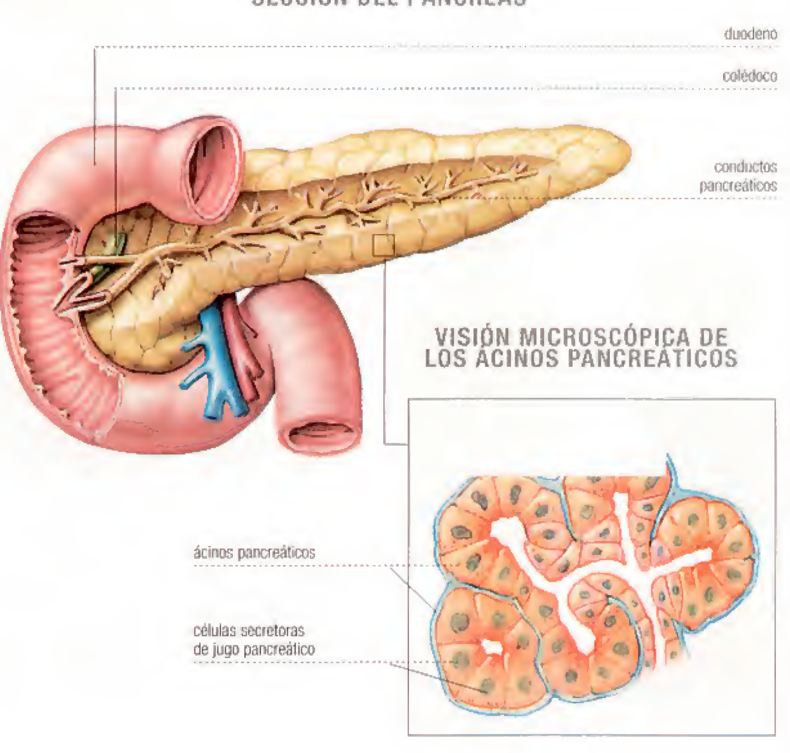
FUNCIÓN DEL PÁNCREAS

El páncreas se considera una glándula anexa del tubo digestivo porque, entre otras funciones, se encarga de producir una secreción, el jugo pancreático, indispensable para la digestión de los alimentos en el intestino delgado. El órgano contiene en su interior multitud de ácinos pancreáticos, unas diminutas estructuras glandulares constituidas por una única capa de células situadas alrededor de una luz central. Estas células vierten su secreción a unos canalículos que confluyen y forman conductos que desembocan en la primera porción del intestino delgado. El jugo pancreático contiene diversos enzimas que actúan sobre las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono, degradándolos en sus componentes básicos para facilitar su absorción intestinal.



Los órganos implicados en la digestión precisan un gran aporte de sangre, por lo que es necesario evitar grandes esfuerzos tras una comida copiosa.

SECCIÓN DEL PÁNCREAS



NUTRICIÓN Y METABOLISMO

El organismo humano requiere el **aporte periódico** de una serie de sustancias básicas que se necesitan para la **formación de los tejidos**, para la **obtención de la energía** que precisa el desarrollo de sus actividades fisiológicas y para la **regulación del metabolismo**. Tales sustancias, presentes en diferente proporción en los diversos alimentos que consumimos cotidianamente, son los **nutrientes** o principios **nutritivos**.

LOS NUTRIENTES

La vida depende de un continuo intercambio de **materia** y **energía** con el entorno, materia y energía que el organismo sólo puede obtener a partir de los productos aportados con la alimentación. Pero los alimentos que ingerimos deben ser sometidos a diversos procesos físicos y químicos durante su paso por el tubo digestivo para ser realmente aprovechados: es preciso que se fraccionen en pequeñas particulas, de dimensiones tan diminutas que puedan atravesar las paredes intestinales y pasar a la sangre para ser distribuidas por todo el organismo. Estas **pequeñas particulas** que se obtienen como productos finales de la digestión, los **nutrientes** o **principios nutritivos**, de distinta composición química y que en diferentes proporciones constituyen el propio organismo humano, se clasifican en seis grupos: proteínas, hidratos de carbono, grasas, minerales, vitaminas y agua.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CUERPO HUMANO



FUNCIONES DE LOS NUTRIENTES

Cada tipo de nutriente es aprovechado por el organismo de una forma particular, pero de manera genérica se considera que, en conjunto, los principios nutritivos tienen tres tipos de funciones.

función plástica o estructural

son empleados para la construcción y regeneración de los tejidos y órganos. Con este objetivo se utilizan sobre todo las proteínas y algunos minerales

función energética

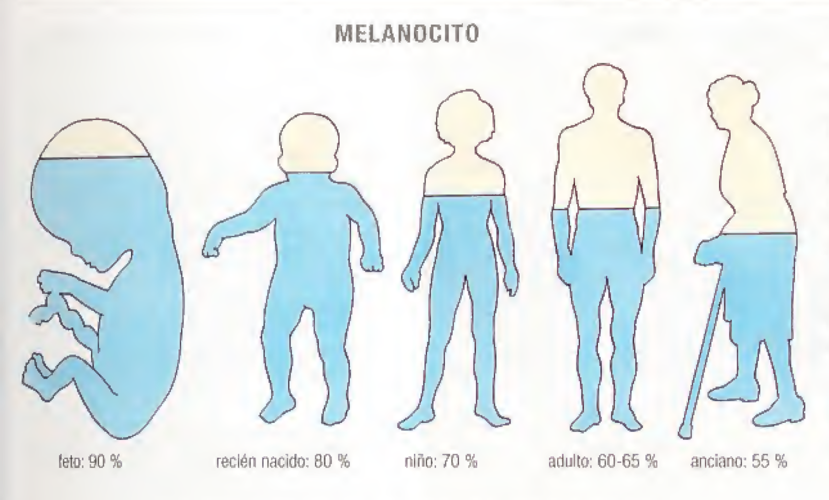
son empleados para la obtención de la energía necesaria para las reacciones químicas metabólicas que constituyen la base de la vida para el mantenimiento del calor corporal, para el desarrollo de acciones mecánicas como las contracciones musculares y muchas otras finalidades. Con este objetivo se utilizan en especial los hidratos de carbono y las grasas, secundariamente las proteínas

función reguladora

son empleados como elementos que modulan las reacciones químicas metabólicas y la actividad de los diferentes órganos. Con este objetivo se emplean diversos minerales y las vitaminas

LOS NUTRIENTES

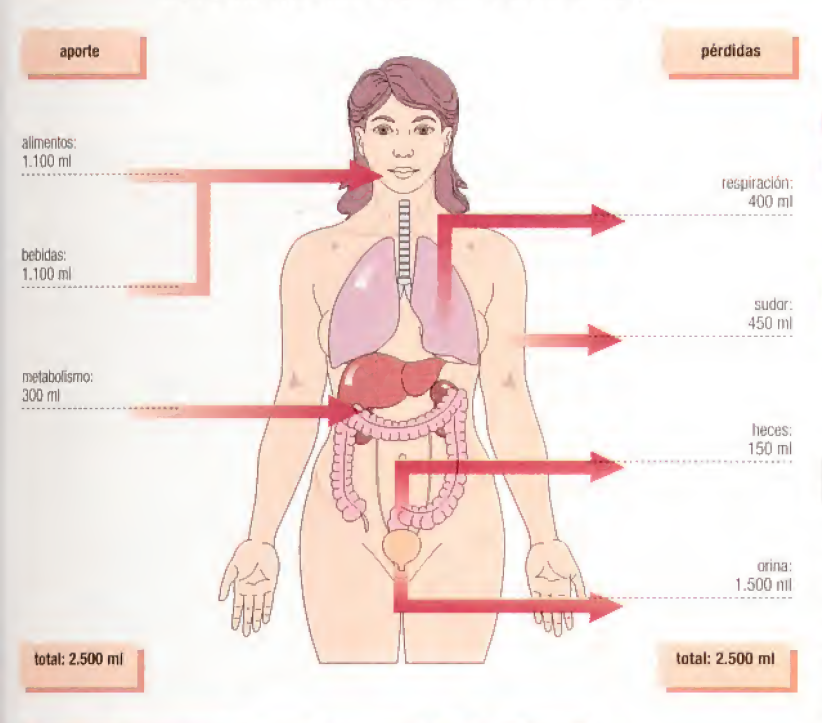
MELANOCITO



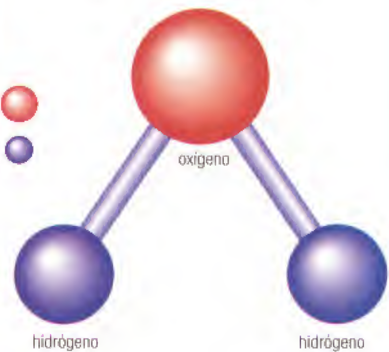
El agua es el **principal componente** del ser humano y de todos los seres vivos, un elemento fundamental para la vida tanto cuantitativa como cualitativamente: no sólo es el componente mayoritario de nuestro cuerpo, sino que es **indispensable** porque todas las reacciones químicas necesarias para la vida se desarrollan en un medio acuoso. El agua se encuentra en el interior de todas las células (**líquido intracelular**), entre las células de los diversos tejidos (**líquido intercelular**) y en algunos compartimientos corporales (**líquido extracelular**), pues forma parte de la sangre, la linfa y las secreciones orgánicas.

Más de la mitad de la masa corporal del ser humano corresponde al agua, aunque la proporción disminuye a lo largo de la existencia.

BALANCE HÍDRICO DEL ORGANISMO ADULTO



MOLÉCULA DE AGUA



NECESIDADES DE AGUA

El organismo pierde constantemente agua por diferentes vías: **a través de los desechos**, con la orina y las heces; por la piel, con la **sudoración**, y por los pulmones, con la **respiración**. Las reacciones químicas que se desarrollan en el organismo a partir del metabolismo de los hidratos de carbono, las proteínas y las grasas originan cierta cantidad de agua, llamada **agua endógena**, unos 300 ml al día en el adulto, pero esta cantidad no basta para reponer las pérdidas. Es preciso, por lo tanto, aportar la diferencia, y eso sólo puede lograrse con la alimentación: la llamada **agua exógena** es proporcionada por las bebidas, constituidas fundamentalmente por agua, y también por los alimentos, que contienen agua en menor o mayor proporción.

Si no se reponen las pérdidas de agua, puede producirse un estado de deshidratación que, en casos extremos, es incompatible con la vida.

Sin consumir nada de agua, sin beber ni comer nada, sólo se puede sobrevivir alrededor de una semana, como mucho diez días.

LOS HIDRATOS DE CARBONO, FUENTE DE ENERGÍA



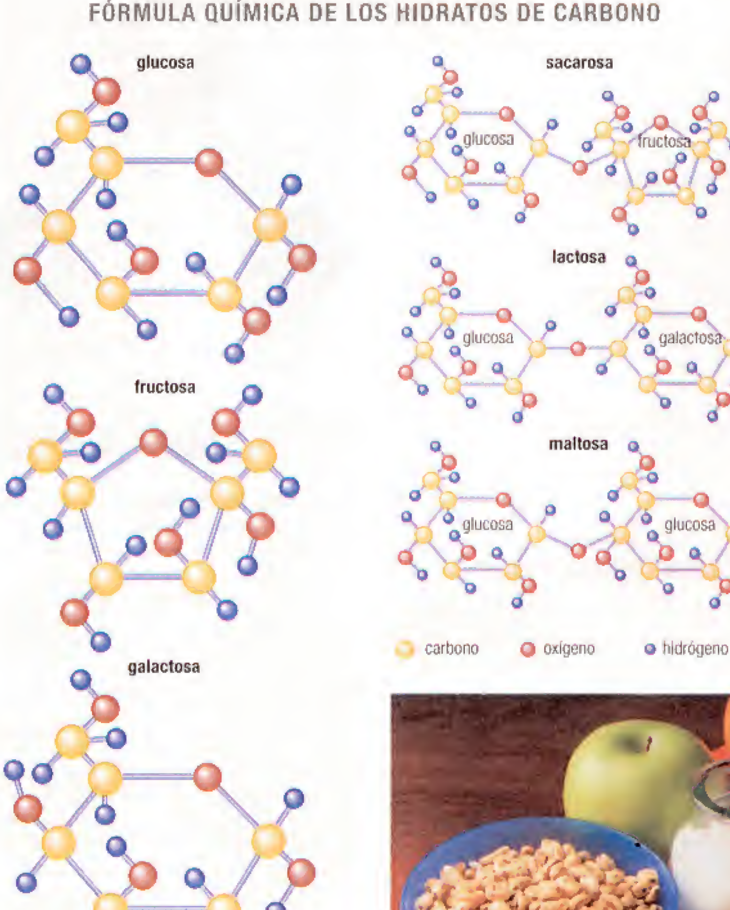
Alimentos ricos en hidratos de carbono.

También llamados **carbohidratos** o **glúcidos**, estos nutrientes, aunque forman parte de diversas estructuras del cuerpo, tienen sobre todo una **función energética**, pues el organismo los utiliza para obtener la energía necesaria para desarrollar reacciones químicas y variadas funciones biológicas. Están presentes, en diversas proporciones, en casi todos los alimentos, en especial en los **productos de origen vegetal**: los más ricos en estos nutrientes son los cereales y sus derivados, las legumbres, los tubérculos y las frutas, mientras que única o fundamentalmente están compuestos por ellos el azúcar común, la miel y todos los dulces.

TIPOS DE HIDRATOS DE CARBONO

Todos los hidratos de carbono están formados por átomos de **carbono**, **oxígeno** e **hidrógeno**, y se llaman así porque cada átomo de carbono está enlazado a un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno, en la misma proporción que la presente en la molécula de agua (H2o). Según su estructura química y en función de sus unidades básicas, denominadas **sacáridos**, se distinguen distintos tipos. **Los hidratos de carbono simples**, también llamados azúcares por tener un sabor dulzón, pueden estar formados por una sola unidad y entonces se conocen como **monosacáridos**, como es el caso de la **glucosa**, la **fructosa** (azúcar de la fruta) y la **galactosa**, o bien por dos unidades, en cuyo caso se conocen como **disacáridos**, como es el caso de la **sacarosa** (el azúcar común, constituida por una molécula de glucosa y otra de fructosa), la lactosa (el azúcar de la leche, constituida por una molécula de glucosa y otra de galactosa) y la **maltosa** (constituida por dos moléculas de glucosa). En cambio, los **hidratos de carbono complejos**, también llamados **polisacáridos**, están formados por numerosas unidades simples enlazadas en largas cadenas, como ocurre en los **almidones** o **féculas** presentes en los vegetales y en el glucógeno de los organismos animales.

FÓRMULA QUÍMICA DE LOS HIDRATOS DE CARBONO



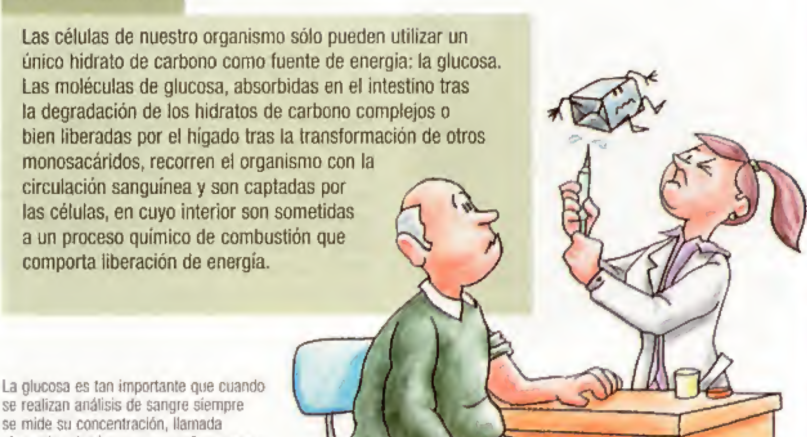


CONTENIDO EN HIDRATOS DE CARBONO (por 100 g de alimento)

azúcar	100 g
miel	77 g
arroz	77 g
harina	75 g
pastas	73 g
galletas	73 g
mermeladas	70 g
repostería	60 g
pan blanco	55 g
plátano	21 g
patata cocida	20 g

LA GLUCOSA

Las células de nuestro organismo sólo pueden utilizar un único hidrato de carbono como fuente de energía: la glucosa. Las moléculas de glucosa, absorbidas en el intestino tras la degradación de los hidratos de carbono complejos o bien liberadas por el hígado tras la transformación de otros monosacáridos, recorren el organismo con la circulación sanguínea y son captadas por las células, en cuyo interior son sometidas a un proceso químico de combustión que comporta liberación de energía.



La glucosa es tan importante que cuando se realizan análisis de sangre siempre se mide su concentración, llamada glucemia o "azúcar en sangre", pues es un indicador indispensable para conocer nuestro estado de salud.

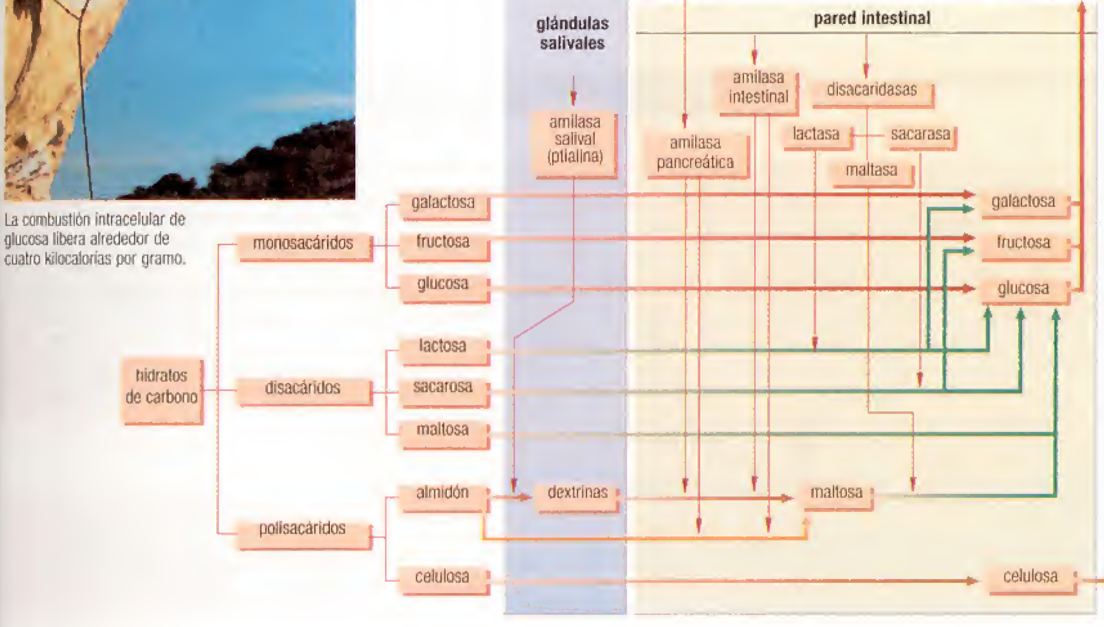
DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LOS HIDRATOS DE CARBONO



La combustión intracelular de glucosa libera alrededor de cuatro kilocalorías por gramo.

La mayor parte de los hidratos de carbono presentes en los alimentos son disacáridos y polisacáridos, pero sólo los monosacáridos, de diminutas dimensiones, pueden atravesar sin dificultad las paredes del aparato digestivo. Por ello, para ser absorbidos, casi todos los hidratos de carbono deben ser previamente digeridos, es decir, **fraccionados en sus unidades básicas**, lo que ocurre en especial en el interior del intestino delgado gracias a la acción de **enzimas específicos**, como las **amilasas**, que rompen los enlaces de oxígeno y liberan las moléculas de monosacáridos. Como punto final del proceso digestivo, en el intestino se absorben moléculas de glucosa, fructosa y galactosa. Estas moléculas son transportadas hasta el hígado, donde la fructosa y la galactosa son transformadas en glucosa, que es liberada a la sangre para distribuirse por todo el organismo y ser utilizada como combustible por las células de nuestro cuerpo.

FÓRMULA QUÍMICA DE LOS HIDRATOS DE CARBONO



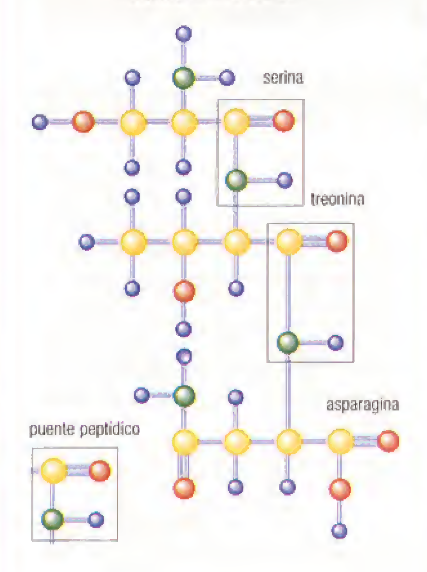


Alimentos ricos en proteínas.

LAS PROTEÍNAS, MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

Las proteínas son los **componentes básicos del organismo**, indispensables para la formación y el desarrollo de los tejidos, pues tienen una **función plástica**: son como "ladrillos" con los que se construye la materia viva. En el cuerpo hay numerosas proteínas diferentes, y si bien muchas son estructurales, como las que constituyen las paredes celulares, los músculos y el entramado que proporciona soporte a los órganos, otras tienen funciones distintas: son proteínas los **enzimas** que intervienen en el metabolismo, los **anticuerpos** que fabrica el sistema inmunitario para protegernos de las infecciones, algunas **hormonas** y numerosos compuestos más. También pueden ser empleadas como fuente de energía, pero se trata de una función accesoria. Casi todos los alimentos contienen proteínas, aunque en diversa proporción y de diferente calidad: los más ricos son las carnes, los pescados, los huevos, la leche y algunos derivados lácteos, las legumbres, los frutos secos y los cereales y sus derivados.

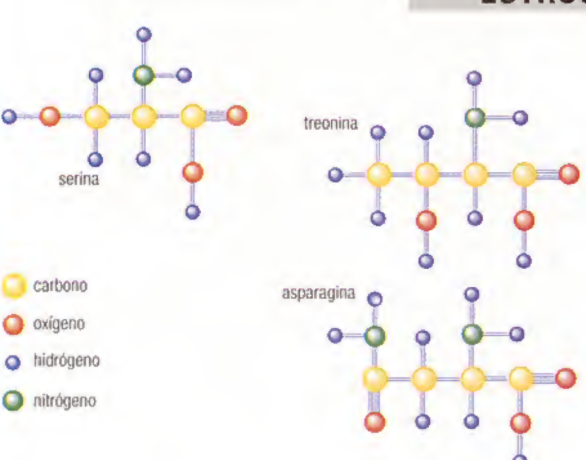
FÓRMULA QUÍMICA DE LAS PROTEÍNAS





CONTENIDO EN PROTEÍNAS (por 100 g de alimento)

queso parmesano	34 g	carne de pollo	21 g
soja en grano	34 g	almendras	20 g
carne de pavo	32 g	carne de buey	20,5 g
cacahuetes	24 g	merluza	17 g
lentejas	24 g	avellanas	14 g
carne de conejo	22 g	huevo entero	13 g
guisantes	22 g	leche de vaca	3,5 g



ESTRUCTURA QUÍMICA DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas están compuestas básicamente por la combinación de átomos de **carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno**, a los que a veces se añaden otros elementos químicos. Están formadas por una serie de subunidades, los **aminoácidos**, unidos entre sí por unos enlaces especiales gracias a los que se componen unas cadenas más o menos cortas o largas. Cuando se trata de unas pocas unidades, se habla de **péptidos**, que incluso se designan según el número de aminoácidos constituyentes, por ejemplo **dipéptidos** o **tripéptidos**. Cuando la cadena está formada por muchos aminoácidos, se habla de polipéptidos, como son las auténticas proteínas: algunas cuentan con unos cien aminoácidos, mientras que otras están compuestas por más de mil.



Alrededor del 80 % del peso seco de las células humanas corresponde a las proteínas.

TIPOS DE AMINOÁCIDOS

Todas las proteínas que existen en la naturaleza están formadas por la combinación de sólo veinte aminoácidos diferentes, cada uno de los cuales tiene su propia estructura química: los aminoácidos son algo así como las pocas letras del alfabeto con las que se forman miles y miles de palabras distintas. Para formar sus propias proteínas, el organismo humano necesita disponer de todos los aminoácidos. En realidad, el organismo puede sintetizar algunos, que se conocen como **aminoácidos no esenciales**, pero sólo puede obtener otros, denominados **aminoácidos esenciales**, a través de la alimentación. Por eso es tan importante consumir alimentos variados que proporcionen todos los tipos de aminoácidos y sobre todo aminoácidos esenciales, presentes principalmente en los productos de origen animal.

AMINOÁCIDOS ESENCIALES	AMINOÁCIDOS NO ESENCIALES
arginina*	ácido glutámico
fenilalanina	alanina
histidina*	asparagina
isoleucina	cisteína
leucina	cistina
lisina	glicina
metionina	hidroxiprolina
treonina	prolina
triptófano	serina
valina	tirosina

*esenciales en la infancia



La combustión intracelular de proteínas libera alrededor de cuatro kilocalorías por gramo.

La combinación de diferentes alimentos aumenta su valor biológico, porque el organismo dispone de diversos aminoácidos para fabricar sus propias proteínas.



DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LAS PROTEÍNAS



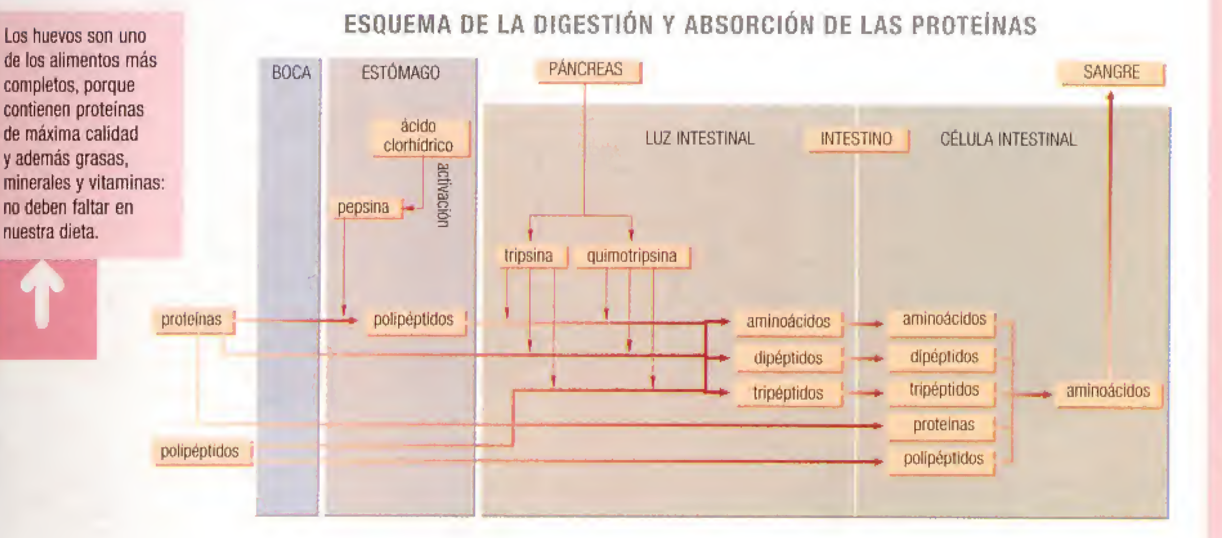
CALIDAD DE LAS PROTEÍNAS

No todas las proteínas que consumimos tienen el mismo valor biológico; se consideran de mayor calidad las proteínas que son ricas en aminoácidos esenciales, que el organismo debe obtener forzosamente de la alimentación. Las proteínas de mayor valor biológico son las del huevo de gallina, que se toman como "patrón" para clasificar al resto. Según este criterio, se considera que, en términos generales, las proteínas de origen animal tienen un valor biológico más alto que las proteínas de origen vegetal.

La digestión de las proteínas contenidas en los alimentos se inicia en el estómago, bajo la acción del jugo gástrico. El ácido clorhídrico secretado por la mucosa del estómago activa un enzima, la **pepsina**, que actúa sobre las proteínas y rompe algunos enlaces, fraccionándolas y liberando cadenas polipeptídicas de menores dimensiones. Cuando el alimento pasa al intestino delgado, unos enzimas elaborados por el páncreas liberan aminoácidos, dipéptidos y tripéptidos, que son absorbidos por las células de las paredes intestinales. En el interior de éstas se completa el fraccionamiento, de tal manera que sólo se liberan a la circulación sanguínea aminoácidos libres. Luego, una vez distribuidos por el cuerpo, los diversos aminoácidos serán combinados entre sí para formar las propias proteínas orgánicas.

Los huevos son uno de los alimentos más completos, porque contienen proteínas de máxima calidad y además grasas, minerales y vitaminas: no deben faltar en nuestra dieta.

ESQUEMA DE LA DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LAS PROTEÍNAS



LAS GRASAS, ENERGÍA CONCENTRADA

También llamados **lípidos**, son los nutrientes más energéticos el organismo utiliza las grasas contenidas en los alimentos que consumimos para **obtener energía** y, por el contrario, almacena en forma de grasas la energía que le sobra tras el aprovechamiento de otros nutrientes. Las grasas están presentes en casi todos los alimentos, aunque en proporción muy variada. Son el único constituyente de los **aceites** y el principal de la **mantequilla** y la **margarina**, si bien contienen lípidos, en menor cantidad, las carnes, las aves, algunos pescados, la leche y derivados, los huevos y los frutos secos.



La combustión intracelular de grasas libera alrededor de nueve kilocalorías por gramo.

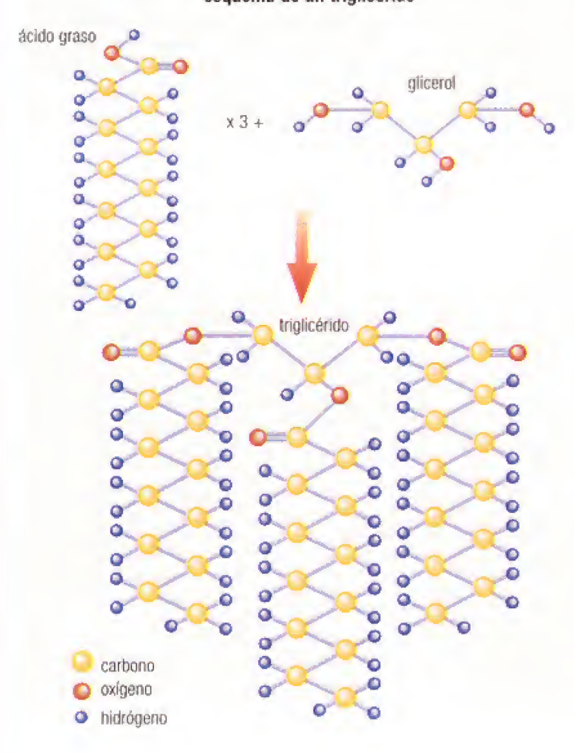


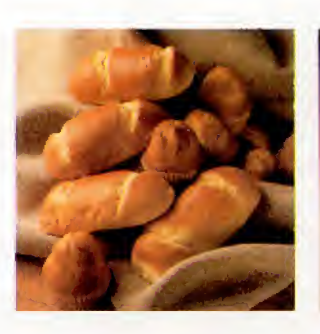
Alimentos ricos en grasas.

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LAS GRASAS

Las grasas están compuestas por átomos de **carbono**, **oxígeno** e **hidrógeno** combinados de tal modo que otorgan a estos nutrientes una peculiaridad: son insolubles en agua. Los lípidos más comunes son los **triglicéridos**, que están formados por una molécula de un alcohol llamado **glicerol** y tres moléculas de ácidos grasos. Dado que existen alrededor de cuarenta **ácidos grasos** diferentes, las combinaciones posibles son muy numerosas. Y los ácidos grasos, formados en esencia por una larga cadena de átomos de carbono enlazados a otros átomos de carbono y dos átomos de hidrógeno, pueden dividirse en diferentes tipos: cuando los átomos de carbono están enlazados con el máximo de átomos de hidrógeno posible, se dice que son **saturados**, porque ya no es posible que se unan a ningún otro átomo de hidrógeno, y si tienen algunos enlaces libres, se dice que son **insaturados,** ya sea **monoinsaturados**, cuando sólo hay libre un enlace, ya sea **poliinsaturados**, si son varios los enlaces libres.

FÓRMULA QUÍMICA DE LAS GRASAS

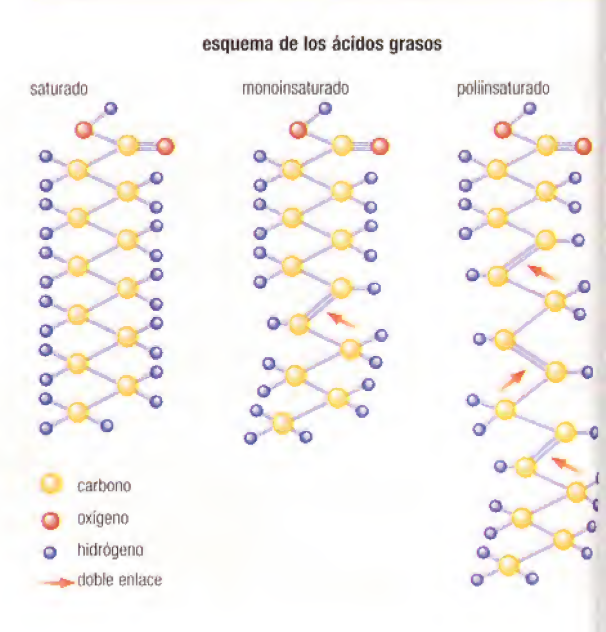






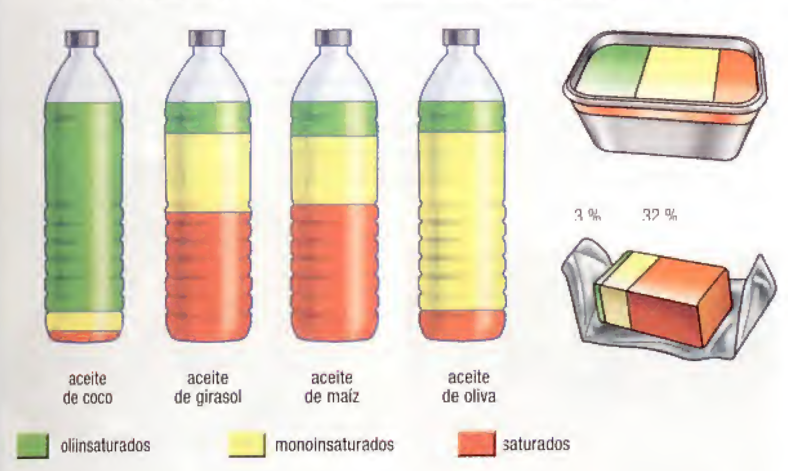
CONTENIDO EN GRASAS (por 100 g de alimento)

aceites	100 g	almendras	54 g
mantequilla	83 g	patatas fritas	37 g
margarina	83 g	chocolate con leche	34 g
mayonesa	78 g	queso emmental	33 g
beicon	70 g	crema de leche	30 g
coco	60 g	aguacate	16 g
avellanas	60 g	carne de cerdo	25 g
cacahuetes	60 g	carne de buey	20 g
nueces	60 g	carne de pato	15 g



DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LAS GRASAS

CONTENIDO EN ÁCIDOS GRASOS SATURADOS E INSATURADOS



Las grasas contenidas en los alimentos, tras la masticación y la trituración gástrica, llegan al intestino en forma de pequeñas gotas que, aunque diminutas, todavía no pueden ser atacadas por los enzimas digestivos. En el duodeno, la **bilis** producida en el hígado actúa sobre estas gotas y ejerce un efecto emulsionante, parecido al de los detergentes usados para lavar la vajilla, fraccionándolas en particulas microscópicas denominadas **micelas digestivas**. Sobre éstas actúan los enzimas pancreáticos e intestinales tipo **lipasas**, que liberan los ácidos gástricos para que puedan penetrar en las células intestinales, donde se reagrupan y constituyen unas partículas conocidas como quilomicrones, solubles en los líquidos orgánicos. Los **quilomicrones** pasan entonces a los vasos linfáticos de las vellosidades intestinales y con la circulación linfática llegan a la circulación sanguínea para ser distribuidos por todo el organismo.



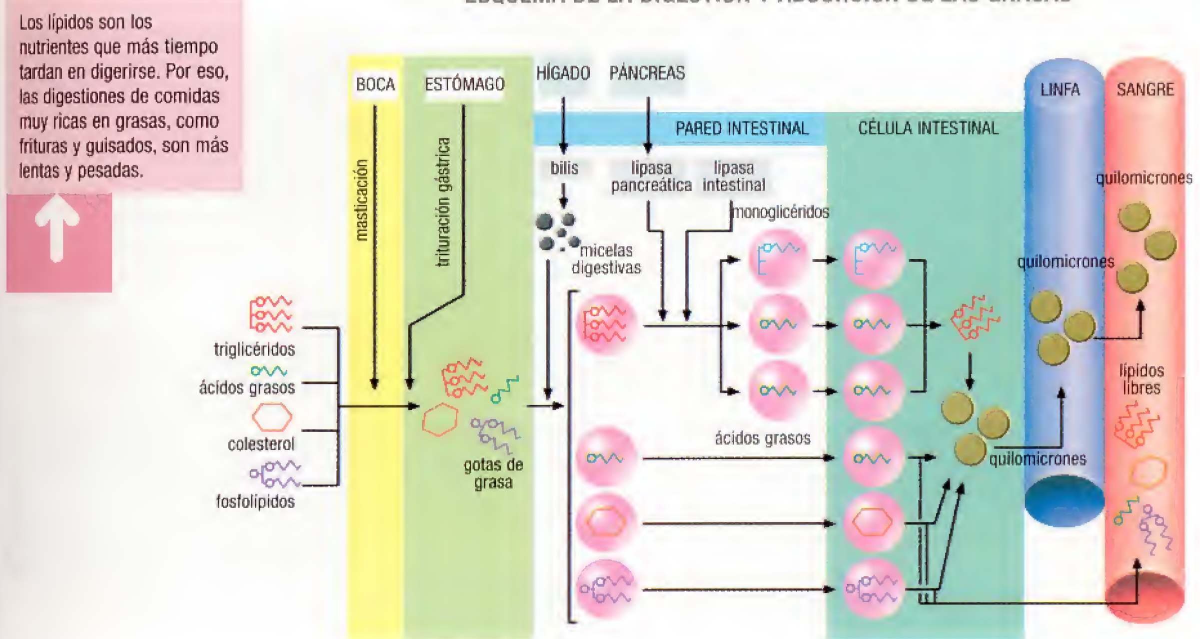
Sigue siendo cierto que una buena masticación es media digestión.

GRASAS ANIMALES Y VEGETALES

Entre las grasas de origen animal y las de origen vegetal hay una diferencia muy importante: las primeras son ricas en ácidos grasos saturados mientras que las segundas contienen una mayor proporción de ácidos grasos insaturados. Esta diferencia tiene una relación muy estrecha con la salud, porque un elevado consumo de grasas saturadas, de origen animal, predispone al padecimiento de **enfermedades cardiovasculares**, mientras que las grasas insaturadas, de origen vegetal, ejercen en este sentido un **efecto protector**. Por ello, si bien conviene moderar el consumo de grasas en general, para evitar la obesidad, sobre todo es preciso limitar el consumo de grasas de origen animal.

ESQUEMA DE LA DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LAS GRASAS

Los lípidos son los nutrientes que más tiempo tardan en digerirse. Por eso, las digestiones de comidas muy ricas en grasas, como frituras y guisados, son más lentas y pesadas.



LOS MINERALES

Los minerales son elementos inorgánicos considerados como nutrientes básicos porque se requiere su aporte regular para la formación y el funcionamiento del organismo. Algunos tienen una **función plástica**, pues son constituyentes de las propias estructuras orgánicas, como es el caso del calcio que contienen los huesos y los dientes. Otros, en cambio, desarrollan una **función reguladora**, dado que forman parte de enzimas y hormonas que intervienen en numerosos procesos metabólicos. El aporte de estos nutrientes resulta fundamental en la infancia y la adolescencia, porque en esta época el organismo se encuentra en plena fase de crecimiento y desarrollo, aunque sigue siendo necesario durante toda la vida para reponer las pérdidas que constantemente se producen por su eliminación a través de productos de desecho y secreciones. Prácticamente todos los alimentos contienen minerales, pero los requerimientos de estos nutrientes sólo pueden cubrirse consumiendo una alimentación variada.

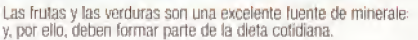


En conjunto, los minerales representan alrededor del 5 % del peso corporal.

TIPOS DE MINERALES

En el ámbito de la nutrición, los minerales se clasifican en dos grandes grupos según sean sus requerimientos cotidianos. Algunos se incluyen en el grupo de **macronutrientes**, porque su contenido en el organismo es importante y, por lo tanto, se requiere un aporte regular considerable a través de la alimentación. Entre éstos cabe destacar el calcio, el hierro, el fósforo, el sodio, el potasio y el magnesio. Otros, en cambio, se incluyen en el grupo de **micronutrientes**, también llamados **oligoelementos**, porque su contenido corporal es muy pequeño y sólo hace falta un aporte regular mínimo a través de la alimentación para cubrir sus necesidades. Forman parte de este grupo, entre otros, el selenio, el flúor, el yodo, el manganeso, el cobre, el molibdeno, el cinc, el cromo, el cobalto, el níquel y el vanadio.





Las frutas y las verduras son una excelente fuente de minerales y, por ello, deben formar parte de la dieta cotidiana.



FUNCIONES DE LOS PRINCIPALES MINERALES

MINERAL	FUNCIONES
Calcio	Es el mineral más abundante en el organismo, forma parte de la estructura de los huesos y los dientes, ejerce una acción reguladora en múltiples procesos orgánicos y participa en la transmisión de los impulsos nerviosos,el mecanismo de la contracción muscular y la coagulación sanguínea.
Fósforo	Forma parte de la estructura de los huesos y los dientes, es un componente de las membranas celulares y constituyente de los cromosomas, participa en los procesos de obtención de energía, el mecanismo de la contracción muscular y numerosas reacciones metabólicas.
Hierro	Es un componente básico de la hemoglobina de los glóbulos rojos y forma parte de múltiples enzimas que participan en el metabolismo orgánico.
Sodio	Participa en la regulación de los líquidos corporales y de la presión arterial, así como en la transmisión de los impulsos nerviosos, el latido cardíaco y el mecanismo de contracción muscular.
Potasio	Actúa junto con el sodio en la transmisión de los impulsos nerviosos y la regulación de los líquidos corporales, además de participar en el metabolismo de los hidratos de carbono y las proteínas.
Yodo	Forma parte de las hormonas elaboradas por la glándula tiroides que regulan el metabolismo general y tienen destacada función en el proceso de crecimiento y en la maduración del sistema nervioso.
Flúor	Es un componente de los huesos y de los dientes, a los que proporciona resistencia y brinda protección frente a la caries.
Magnesio	Es un componente de los huesos, participa en la activación de enzimas intracelulares y en la transmisión de impulsos en el tejido muscular.



La leche es uno de los alimentos más completos en cuanto a minerales y vitaminas.

LAS VITAMINAS

Las vitaminas son sustancias químicas de naturaleza muy variada pero que tienen algo muy importante en común: el organismo necesita incorporarlas a través de la alimentación, aunque sea en pequeñas cantidades, para garantizar su correcto funcionamiento. Cumplen una **función reguladora**, pues participan en múltiples procesos metabólicos esenciales, y si su aporte es insuficiente se produce una carencia o **déficit vitamínico** que origina trastornos orgánicos específicos según sea la vitamina que falta. Aunque cada vitamina tiene un nombre específico, las diferentes vitaminas suelen designarse con letras del alfabeto y subíndices, denominación que se les fue poniendo a medida que se descubrieron y cuando aún no se conocía su fórmula química.



A diferencia de otras vitaminas, la vitamina D puede ser sintetizada en el organismo, lo cual ocurre en la piel gracias a la estimulación proporcionada por la exposición al sol.

Las zanahorias son muy ricas en vitamina A, o retinol, muy beneficiosa para la vista.

FUNCIONES Y FUENTES DE LAS PRINCIPALES VITAMINAS

VITAMINA	FUNCIONES	FUENTES
Vitamina A (retinol)	Participa en el mecanismo de la visión, haciendo posible la adaptación de la vista a la penumbra, e interviene en la regeneración de los tejidos epiteliales, en el proceso de crecimiento y en la reproducción.	Leche y derivados lácteos, hígado, yema de huevo, pescados grasos, hortalizas ricas en carotenos como zanahorias, boniatos, calabazas y hortalizas de hoja verde.
Vitamina B1 (tiamina)	Participa en el metabolismo de los hidratos de carbono, en diversas reacciones biológicas, en la estimulación de los nervios periféricos y en la actividad del corazón y los intestinos.	Cereales integrales y derivados, levaduras, leche, huevo, carne de buey y de cerdo, frutos secos, legumbres y hortalizas en general.
Vitamina B2 (riboflavina)	Participa en los fenómenos de respiración y oxidación intracelulares, interviene en el metabolismo de la hemoglobina y actúa como coenzima en el metabolismo de hidratos de carbono, proteínas y grasas.	Riñón, hígado, levaduras, leche y derivados lácteos, huevo, frutos secos, cereales integrales y hortalizas.
Vitamina B3 (niacina)	Participa en el metabolismo de los hidratos de carbono, las proteínas y las grasas, así como en reacciones químicas de múltiples fenómenos.v	Carnes rojas, vísceras, pescados, aves, legumbres, leche y derivados lácteos, cereales integrales y derivados.
Vitamina B5 (ácido pantoténico)	Participa en el metabolismo de los hidratos de carbono, las proteínas y las grasas, y en la síntesis de numerosas sustancias.	Presente en casi todos los alimentos.
Vitamina B6 (piridoxina)	Participa en el metabolismo de las proteínas, en la formación de la sangre y en la actividad del sistema nervioso.	Levaduras, carnes rojas, pescados, aves, leche, legumbres, soja, cereales integrales y derivados, frutos secos, algunas frutas.
Vitamina B9 (ácido fólico)	Participa en el mecanismo de maduración de los glóbulos rojos de la sangre, interviene en el proceso de división celular y es indispensable para la formación de nuevos tejidos durante la etapa de crecimiento.	Hígado, legumbres, cereales, soja, leche, carnes, frutos secos, hortalizas de hoja verde, frutas frescas.
Vitamina B12 (cianocobalamina)	Participa en el metabolismo de los hidratos de carbono, las proteínas y las grasas, interviene en el mecanismo de maduración de los glóbulos rojos de la sangre, en la síntesis de los ácidos nucleicos y en la actividad del sistema nervioso.	Hígado, riñón, carnes, pescados, leche y derivados lácteos, huevo; ausente en los alimentos de origen vegetal.
Vitamina C (ácido ascórbico)	Participa en el metabolismo intracelular, ejerce una función protectora sobre la piel y las mucosas, interviene en la formación de algunas hormonas y facilita la absorción intestinal de hierro.	Frutas (cítricos, kiwi, piña, fresas) y hortalizas frescas (pimiento, brócoli, col, berro, acelga, patata, calabaza).
Vitamina D (calciferol)	Participa en la regulación del metabolismo del calcio y el fósforo, por lo que es importante para el estado de los huesos, interviene en la actividad muscular y es indispensable para el proceso de crecimiento.	Hígado, pescados y mariscos, carnes, leche y derivados lácteos, huevos; se produce en la piel bajo la influencia de los rayos solares.
Vitamina E (tocoferol)	Tiene una acción antioxidante e interviene en el mantenimiento de las membranas celulares.	Huevos, aceites de semillas, legumbres, hortalizas, frutos secos.
Vitamina K (menaquinona)	Es indispensable para la elaboración en el hígado de sustancias que actúan como factores de la coagulación cuya presencia en la sangre es fundamental para la detención de las hemorragias.	Hígado, riñón, hortalizas y frutas; es sintetizada por las bacterias de la flora intestinal.

TIPOS DE VITAMINAS

Se conocen en total 13 vitaminas, que se clasifican en dos grandes grupos no ya por las funciones que desarrollan sino según sus propiedades de solubilidad. Un grupo corresponde a las **vitaminas hidrosolubles**, es decir, solubles en agua, como son las incluidas en el complejo vitamínico B y la vitamina C. La particularidad de estas vitaminas, que se disuelven en medios acuosos, es que si se produce un consumo exagerado, el exceso es eliminado por el riñón a través de la orina y no genera problema alguno. El otro grupo corresponde a las **vitaminas liposolubles**, o sea, solubles en grasa, como son las vitaminas A, D, E y K. Estas vitaminas sólo se encuentran en alimentos que contienen cierta cantidad de lípidos y su absorción intestinal siempre requiere la presencia de grasas. Como tienden a depositarse en los tejidos grasos, si se produce un consumo excesivo se acumulan en el organismo y ello puede dar lugar a un trastorno conocido como **hipervitaminosis**, con manifestaciones específicas según sea la vitamina en cuestión.



La vitamina D, o calciferol, es imprescindible para la salud de los huesos.



La vitamina K interviene en los mecanismos de coagulación de la sangre.

EL APARATO RESPIRATORIO

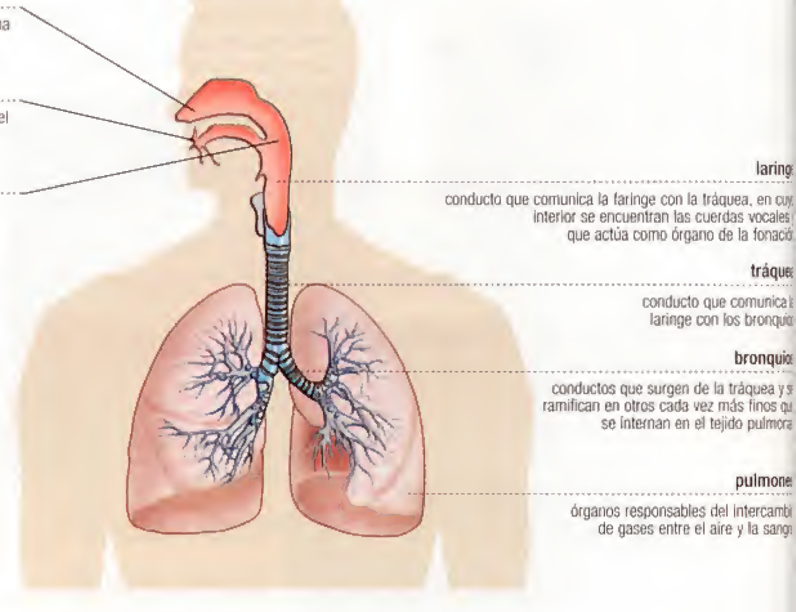
El aparato respiratorio tiene como misión el intercambio de gases entre el organismo y el aire atmosférico y cumple dos funciones complementarias: por un lado, se encarga de la obtención de oxígeno, elemento que resulta vital para la actividad metabólica de todas las células de nuestro cuerpo; por otro, es responsable de la eliminación de dióxido de carbono, producto residual de dicha actividad cuya acumulación en el organismo resulta tóxica.

COMPONENTES DEL APARATO RESPIRATORIO

nariz
principal vía de acceso del aire al interior del cuerpo, acondiciona el aire para que llegue en óptimas condiciones a los pulmones

boca
vía secundaria de entrada y salida de aire, se considera parte del aparato digestivo

faringe
conducto situado por detrás de las fosas nasales y la boca que forma parte tanto del aparato respiratorio como del aparato digestivo, pues conduce el aire hacia la laringe y el alimento hacia el esófago



LAS VÍAS RESPIRATORIAS

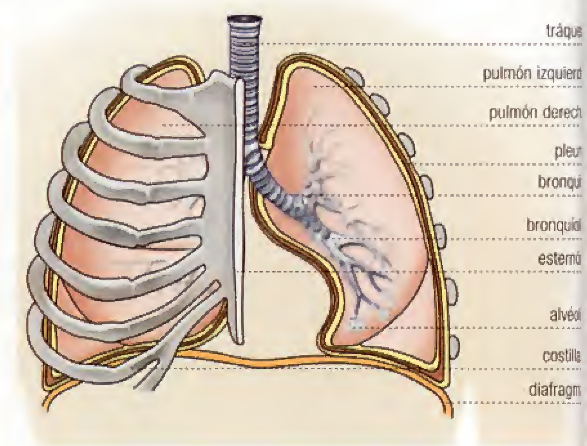
Para llegar desde el exterior hasta los pulmones y salir desde los pulmones al exterior, el aire debe recorrer un camino formado por una serie de conductos que, en conjunto, se denominan vías respiratorias o vías aéreas. Tradicionalmente, las vías respiratorias se dividen en dos partes: las vías aéreas superiores, integradas por la nariz y la faringe, que están en comunicación con la parte superior del aparato digestivo e incluso comparten con el mismo alguna estructura, y las vías aéreas inferiores, formadas por la laringe, la tráquea y los bronquios, que son órganos pertenecientes en exclusiva al aparato respiratorio.

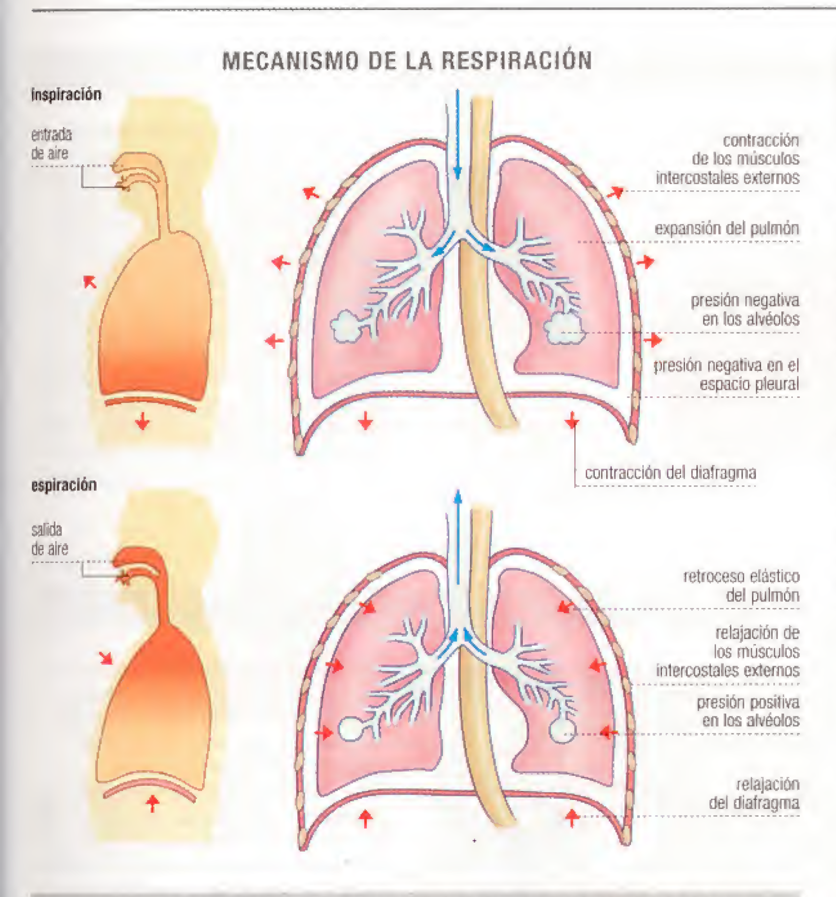
LOS PULMONES

Los pulmones son dos órganos esponjosos de forma cónica y divididos en varios lóbulos que están alojados en el interior de la cavidad torácica, recubiertos por una membrana doble denominada pleura y separados de la cavidad abdominal por un potente músculo aplanado, el diafragma, principal responsable de los movimientos respiratorios. A su interior llegan las múltiples y delgadas ramificaciones de los bronquios, los bronquíolos, que se abren en los alvéolos, unos diminutos sacos de paredes muy delgadas y rodeados de vasos capilares donde se produce el intercambio de gases entre el aire y la sangre.

La respiración es una función vital, pues el cese de esta actividad es incompatible con la vida.



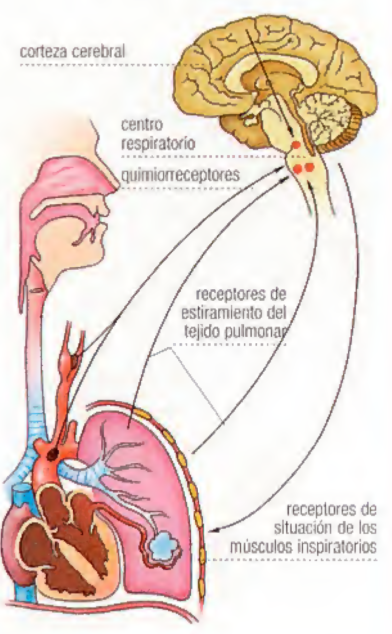




MOVIMIENTOS RESPIRATORIOS

La entrada y salida del aire de los pulmones se debe a la acción de los potentes músculos respiratorios que, al contraerse y relajarse de manera sincronizada, expanden y retraen alternativamente la caja torácica. La entrada de aire del exterior a los pulmones, o inspiración, se debe sobre todo a la contracción del diafragma y los músculos intercostales externos: el diafragma se aplana y expande el conjunto de la caja torácica, mientras que los músculos intercostales elevan las costillas inferiores y aumentan la profundidad del tórax. La salida de aire de los pulmones, o espiración, es fundamentalmente un mecanismo pasivo, pues los pulmones son elásticos y, cuando los músculos inspiratorios se relajan y dejan de traccionar la caja torácica, tienden a recuperar su volumen normal, expulsando el aire hacia el exterior.

REGULACIÓN NERVIOSA DE LA RESPIRACIÓN



CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS RESPIRATORIOS

Aunque los movimientos respiratorios se pueden realizar de forma voluntaria, en condiciones normales se producen de manera espontánea, sin que tengamos que pensar en ello, gracias al control que ejerce el centro nervioso respiratorio localizado en el tronco encefálico, que regula la frecuencia e intensidad de las inspiraciones.

Este centro respiratorio, constituido por tres núcleos, recibe por una parte estímulos de la corteza cerebral y, por otra, información procedente de receptores específicos distribuidos en distintos tejidos y órganos que detectan parámetros químicos como los niveles de gases sanguíneos, el grado de estiramiento del tejido pulmonar o el estado de los músculos inspiratorios. Al procesar toda esta información, el centro respiratorio determina automáticamente el ritmo óptimo de la respiración en cada momento según las necesidades.

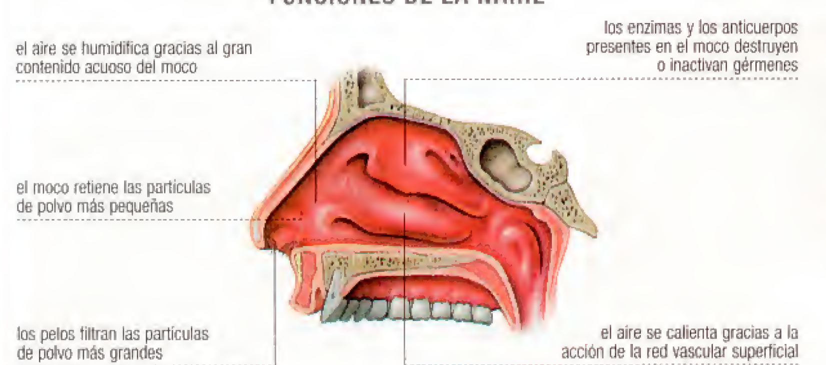
La respiración es lenta cuando estamos en reposo y más rápida cuando hacemos ejercicio.

EL MOLESTO HIPO

El hipo se produce cuando, por alguna razón, el diafragma se contrae de forma súbita y no da tiempo a que se separen las cuerdas vocales de la laringe: el aire impacta contra las cuerdas vocales cerradas y genera un ruido gutural característico. Casi siempre se debe a un estímulo inoportuno del centro nervioso respiratorio, por ejemplo como respuesta a una distensión exagerada del diafragma provocada por una comida copiosa. Se han propuesto diversas fórmulas para facilitar su desaparición, aunque no siempre eficaces. Por ejemplo, puede ser útil distraer a la persona afectada, aunque hay quienes dicen que es más efectivo provocarle un ligero susto. Otro método consiste en mantener una inspiración forzada durante el máximo de tiempo posible, aguantando la respiración o bebiendo varios sorbos de agua sin respirar.



LA NARIZ, UN FILTRO NATURAL



La nariz constituye la vía natural de acceso de aire al interior del organismo, pero también se encarga de acondicionar el aire que inspiramos para que llegue a los pulmones en unas condiciones idóneas. La nariz actúa como un auténtico filtro para las partículas que flotan en el aire, mientras que el elevado contenido acuoso del moco que recubre las fosas nasales proporciona al aire que inspiramos un grado de humedad óptimo. La abundante red vascular superficial lo calienta de tal modo que, incluso en épocas frías, alcanza una temperatura ideal para que se adentre en las vías aéreas y llegue a los pulmones sin resultar perjudicial.

EL ESTORNUDO, UN MECANISMO PROTECTOR

HIGIENE

Se puede inspirar tanto por la nariz como por la boca, pero lo ideal es hacerlo por la nariz, ya que así el aire se purifica y adquiere las condiciones de temperatura y humedad óptimas para su llegada a los pulmones.

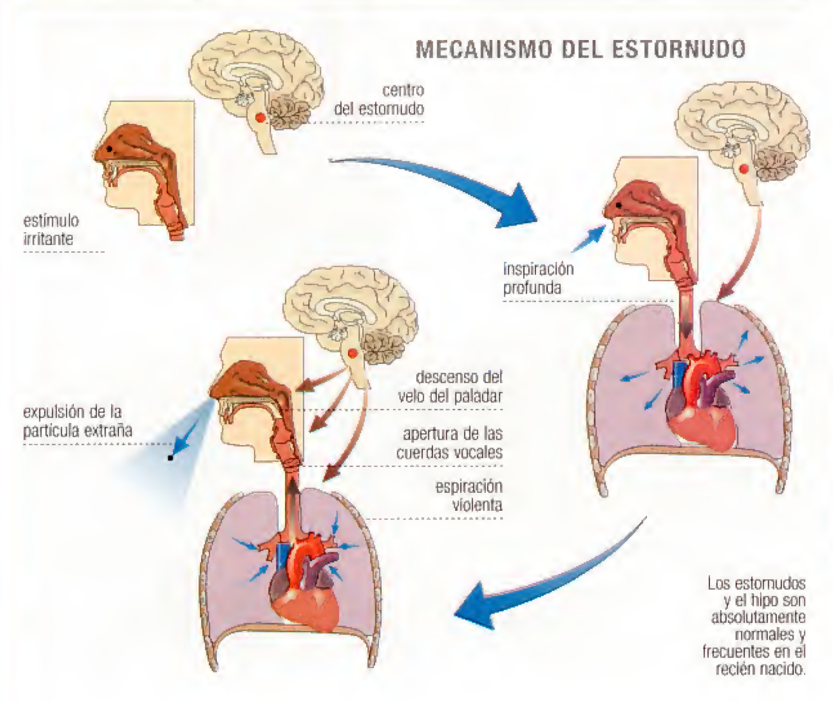
No conviene contener los estornudos, siempre beneficiosos para limpiar la nariz: si se contiene un estornudo, la presión ejercida por el aire comprimido en los pulmones puede resultar perjudicial para el delicado tejido de estos órganos.

Siempre conviene cubrirse la nariz con un pañuelo al estornudar: el aire expulsado libera las fosas nasales pero a la par expande los gérmenes responsables de un resfriado a muchos metros de distancia y esto constituye un factor clave en el contagio de la enfermedad.



El estornudo es un acto reflejo destinado a expulsar al exterior todo exceso de moco acumulado en las fosas nasales o cualquier impureza que haya penetrado con el aire inspirado, es decir, a limpiar la nariz. Se desencadena de forma automática ante la existencia de estímulos que irritan las sensibles terminaciones nerviosas presentes en la mucosa nasal: partículas de polvo, un cuerpo extraño, un gas irritante... Esos estímulos viajan por un nervio hasta el centro del estornudo, localizado en el encéfalo, y allí se generan al instante diversas órdenes que provocan una serie de reacciones en cadena.

En primer término, se produce una inspiración profunda y los pulmones se llenan de aire; a continuación se contraen con fuerza los músculos respiratorios, que comprimen bruscamente los pulmones y se forma una corriente de aire que recorre a toda velocidad las vías aéreas. En ese momento, las cuerdas vocales se abren completamente para dejar pasar el aire, a la par que el velo del paladar desciende para desviarlo hacia la nariz: la corriente atraviesa a presión las fosas nasales y sale al exterior con fuerza acompañándose de un sonido característico.

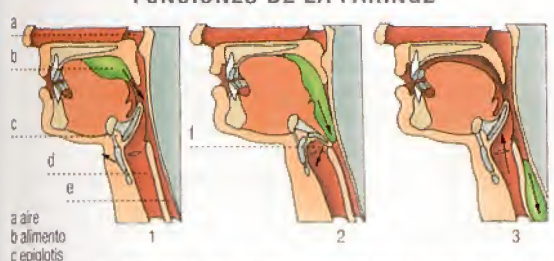




Los estornudos y el hipo son absolutamente normales y frecuentes en el recién nacido.

LA FARINGE, ENCRUCIJADA DE AIRE Y ALIMENTOS

FUNCIONES DE LA FARINGE



a aire
b alimento
c epiglotis
d laringe
e esófago
f epiglotis

(1) al inspirar, la epiglotis permanece elevada y el aire pasa hacia la laringe
(2) al deglutir, la epiglotis obtura la vía aérea y el alimento pasa al esófago
(3) la epiglotis vuelve a elevarse y el aire pasa de nuevo hacia la laringe

La faringe es un amplio conducto situado por detrás de las fosas nasales y la cavidad bucal que se adentra en el cuello y llega hasta la laringe y el esófago. Forma parte, pues, tanto del aparato respiratorio como del aparato digestivo: por la faringe pasa el aire que respiramos y también el alimento que ingerimos. Esta doble función de la faringe en el tránsito del aire y de los alimentos es posible gracias a la presencia de la epiglotis, un cartílago con forma de raqueta de tenis situado en la parte superior de la laringe que normalmente permanece abierto. Este cartílago permite la comunicación aérea entre la laringe y el exterior, pero durante la deglución se cierra y bloquea la entrada de la laringe, lo que obliga al bolo a dirigirse hacia el esófago.

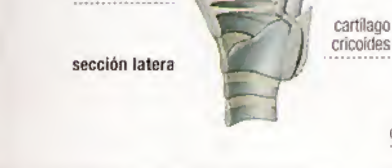
ESTRUCTURA DE LA LARINGE

visión frontal

epiglotis
hueso hioides
cartílago tiroides

visión posterior

hueso hioides
epiglotis
cartílago tiroides
cartílago aritenoides
cartílago cricoides



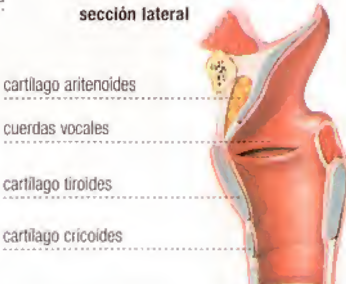
PRODUCCIÓN DE LA VOZ

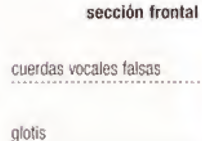
En la inspiración, así como durante la espiración cuando no se está hablando, las cuerdas vocales están relajadas y se mantienen replegadas hacia las paredes laríngeas, de modo que quedan separadas por un espacio suficiente para permitir el paso del aire sin oposición alguna. En cambio, cuando se habla, gracias a la acción de los músculos que controlan los cartílagos laríngeos, durante la espiración las cuerdas vocales se ponen en tensión, se aproximan a la línea media y vibran ante el paso del aire que sale de los pulmones. Esto da lugar a la producción de sonidos, de diferente tonalidad según el grado de tensión y la forma que adopten momentáneamente las cuerdas vocales.



El canto es el arte de producir o reproducir con la voz sonidos melodiosos.

SITUACIÓN DE LAS CUERDAS VOCALES





LA LARINGE: ÓRGANO DE LA FONACIÓN

La laringe está formada por una serie de **cartílagos articulados** que están unidos entre sí por diversos músculos, membranas y ligamentos. Situada entre la faringe y la tráquea, constituye un **paso obligado del aire** tanto en la inspiración como en la espiración, pero tiene otra misión no menos importante: la **producción de los sonidos** que configuran la voz. Sobre su superficie interna hay a cada lado dos repliegues, unos fibrosos, que corresponden a las bandas ventriculares o **cuerdas vocales falsas**, y otros fibromusculares, que corresponden a las auténticas cuerdas vocales, separadas por una hendidura en forma de V conocida como **glotis**, y responsables de la producción de sonidos.

CUALIDADES DE LA VOZ

Tono: más agudo o más grave, depende del grado de tensión de las cuerdas vocales cuando se produce el sonido.

Intensidad: es el volumen sonoro y depende de la fuerza de la corriente de aire procedente de los pulmones, que actúan como un fuelle activado por los músculos respiratorios.

Timbre: es particular en cada persona, pues depende de su modo de hablar, de la forma de las cavidades que hacen de caja de resonancia (fosas nasales, senos paranasales) y de las características de los demás elementos que participan en la articulación de los sonidos (labios, mejillas, dientes, lengua, etc.).

FUNCIÓN DE LA MUCOSA RESPIRATORIA

La **capa mucosa** que tapiza el interior de las vías aéreas está formada principalmente por células cuya superficie está recubierta por numerosos **cilios**, semejantes a diminutas pestañas o filamentos móviles, entre las cuales están intercaladas otras células encargadas de **secretar moco**. El moco forma una película viscosa en la cual quedan adheridas las pequeñas partículas sólidas presentes en el aire que superan el filtro de las vías aéreas superiores, y los **movimientos coordinados** de los cilios, como ondas similares a las de las espigas de un campo de trigo, desplazan el moco, como si se tratara de una cinta transportadora, en dirección al exterior. De este modo, el moco fluye continuamente desde los bronquios y la tráquea hacia la garganta y pasa a la faringe para ser deglutido: lo tragamos automáticamente, casi sin darnos cuenta.

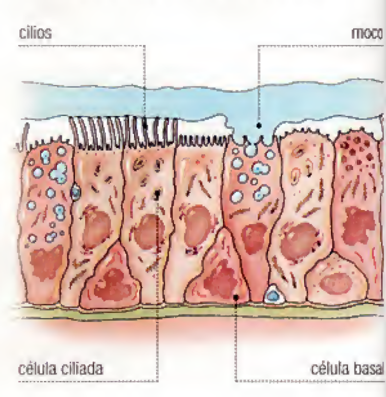
ESTRUCTURA DE LA TRÁQUEA Y LOS BRONQUIOS

cartílagos traqueales
tráquea
bronquio principal izquierdo
carina (bifurcación traqueal)
bronquio principal derecho
bronquios lobulares
bronquios segmentarios

SECCIÓN DE UN BRONQUIO

cartílago bronquial
glándulas mucosas
alvéolos
fibras musculares
epitelio de la mucosa

MUCOSA RESPIRATORIA

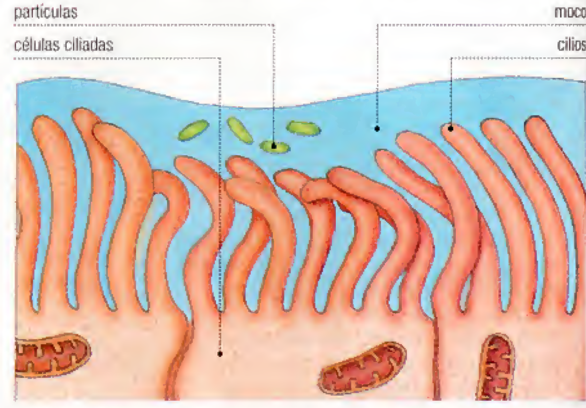


Una tos persistente, repetitiva o acompañada de dolor constituye un síntoma de enfermedad respiratoria: hay que consultar al médico para determinar su origen y proceder al oportuno tratamiento.

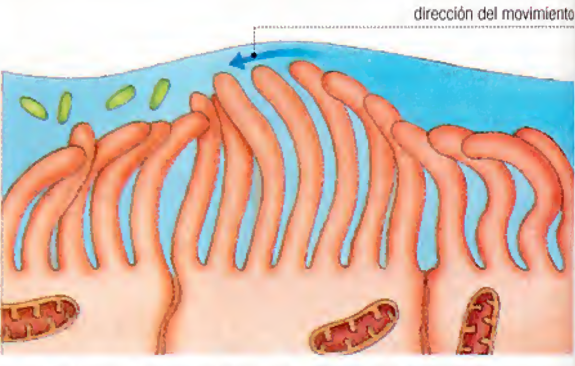


Los pulmones albergan cientos de millones de alvéolos que, aunque diminutos, constituyen una superficie de intercambio de gases de una extensión aproximada a los 150 m^2.

ACCIÓN DE LOS CILIOS



las diminutas partículas procedentes del exterior quedan adheridas al moco



el movimiento coordinado de los cilios arrastra el moco hacia la faringe

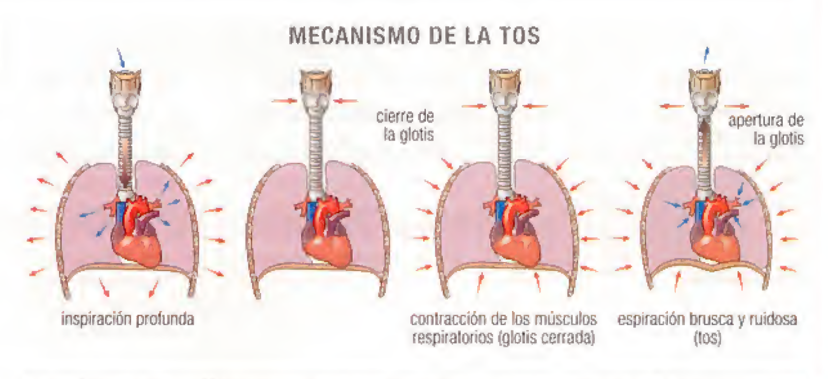
HIGIENE

Con la tos se expulsan multitud de diminutas gotas de saliva que pueden contener gérmenes responsables de enfermedades infecciosas. Para no contribuir a la propagación de esos microbios, conviene cubrirse la boca con una mano al toser y, si se tiene expectoración, utilizar un pañuelo desechable.

LA TOS

La tos es un **acto reflejo** con una función defensiva que, aunque puede desencadenarse voluntariamente, suele producirse de manera automática ante cualquier irritación u obstrucción al nivel de la laringe, la tráquea o los bronquios: su finalidad es eliminar todo obstáculo que dificulte el paso de aire por las vías aéreas. El reflejo está controlado por un centro nervioso localizado en el bulbo raquídeo y se desencadena ante cualquier estímulo irritativo, químico o mecánico en la mucosa de las vías aéreas inferiores, como la inhalación de polvo, humos o gases, un proceso inflamatorio, un cuerpo extraño, la acumulación de secreciones, etc. En primer término, se produce una inspiración profunda y de inmediato los músculos respiratorios se contraen con fuerza, pero en un principio las cuerdas vocales se mantienen cerradas e impiden la salida del aire. A continuación, las cuerdas vocales se abren bruscamente y ello permite que una violenta corriente de aire recorra las vías respiratorias arrastrando las partículas irritantes, las secreciones o cualquier cuerpo extraño hacia el exterior.

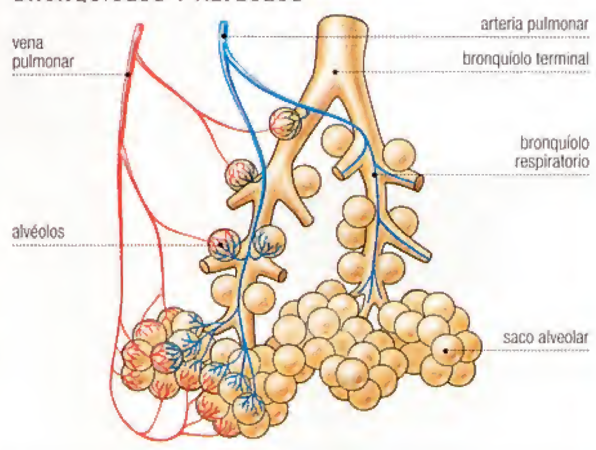
MECANISMO DE LA TOS



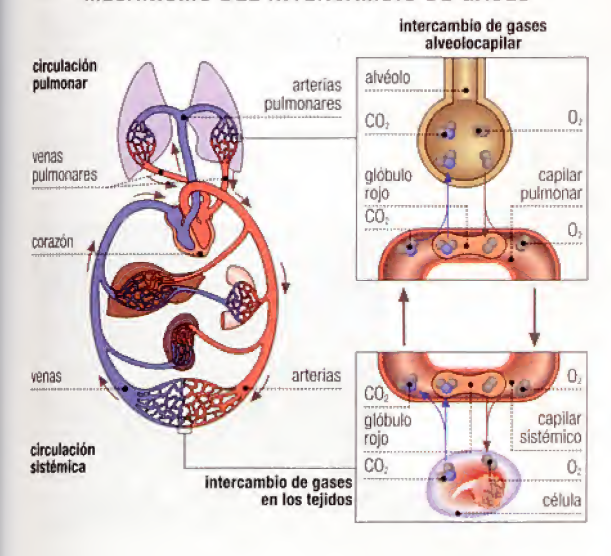
LA UNIDAD FUNCIONAL DEL PULMÓN

Tras sucesivas ramificaciones, los bronquios se dividen en conductos muy delgados, los **bronquíolos**, que desembocan en un racimo de **alvéolos**, unos microscópicos sacos de paredes finísimas, pues están formadas por una única capa de células. Estas diminutas bolsas, que se rellenan de aire en cada inspiración y se vacían en cada espiración, están rodeadas de numerosos **vasos capilares** de paredes muy delgadas por los cuales circula constantemente sangre. Es precisamente entre estos dos elementos, alvéolos y capilares, donde se produce la actividad primordial del pulmón: el intercambio de gases entre el aire y la sangre.

BRONQUÍOLOS Y ALVÉOLOS



MECANISMO DEL INTERCAMBIO DE GASES



EL INTERCAMBIO DE GASES

Las moléculas de oxígeno (O_2) y dióxido de carbono (CO_2) circulan en la sangre unidas a la **hemoglobina de los glóbulos rojos**, que transportan estos gases por todo el organismo. En su recorrido, los glóbulos rojos pasan por los pulmones, donde se produce un intercambio de gases con el aire que llega a los alvéolos mediante la inspiración: por un simple **mecanismo de difusión**, el oxígeno pasa del aire a la sangre, mientras que el dióxido de carbono pasa del interior de los capilares al interior de los alvéolos, para ser expulsado al exterior con la espiración. Tras su paso por los pulmones, la sangre, rica en oxígeno y pobre en dióxido de carbono, sigue su recorrido e, impulsada por el corazón, pasa a la circulación sistémica hasta llegar a los capilares de los diversos tejidos. Es allí donde, también por un mecanismo de difusión, el oxígeno pasa de la sangre a las células y el dióxido de carbono pasa de las células a la sangre. Y la sangre, pobre en oxígeno y cargada de dióxido de carbono, sigue su recorrido hasta alcanzar otra vez los pulmones, donde se produce un nuevo intercambio de gases en un ciclo que se repite incesantemente a lo largo de toda la vida.

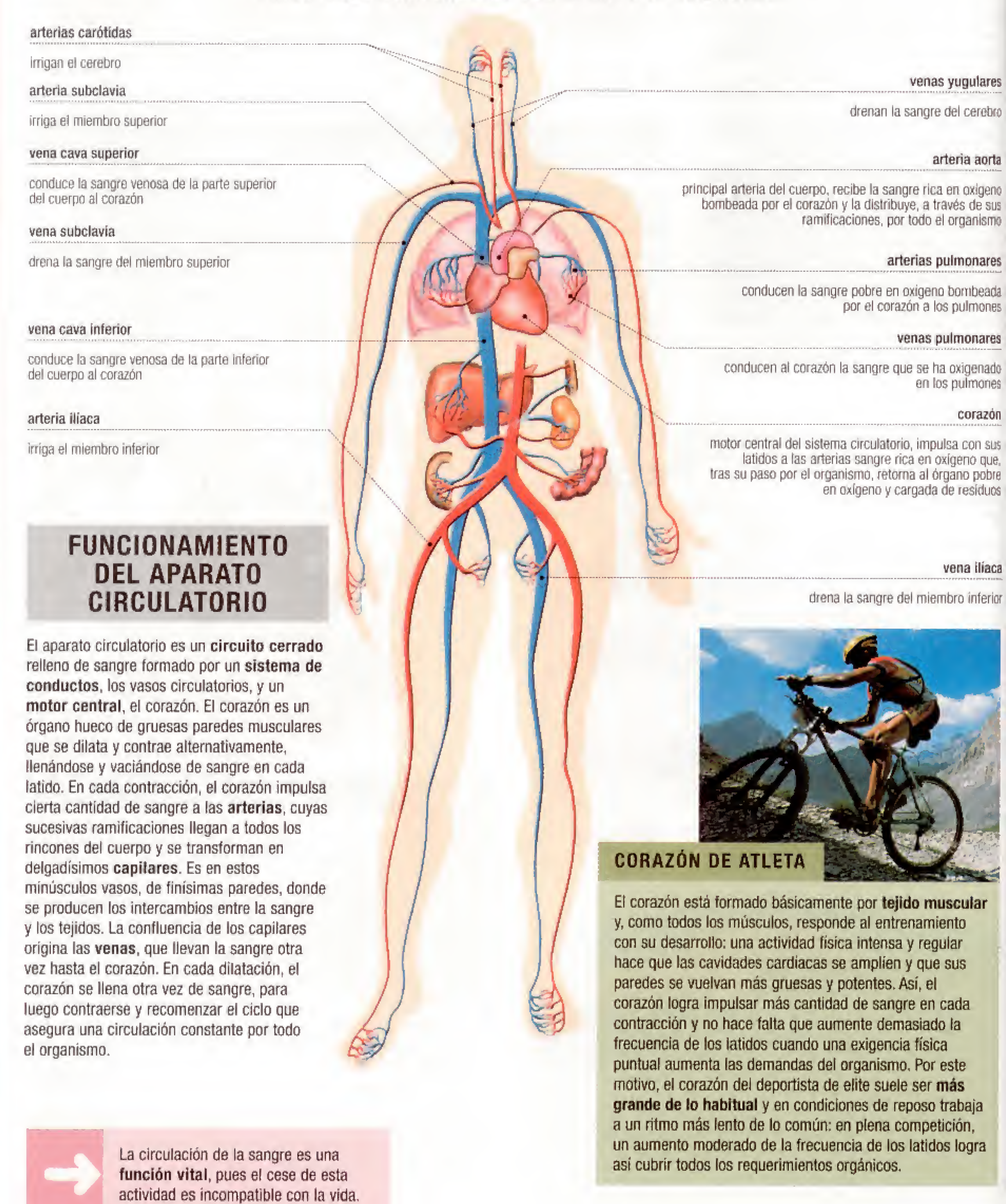
OXÍGENO, EL GAS VITAL

El organismo humano requiere un constante intercambio de gases con el exterior: por un lado, necesita incorporar **oxígeno**, elemento indispensable para la actividad celular que es utilizado como "combustible" para obtener la energía empleada en las reacciones metabólicas; por otro, tiene que deshacerse del **dióxido de carbono** producido como residuo del metabolismo, porque su acumulación en el organismo resulta tóxica. Las células requieren un **aporte constante** de oxígeno, pues de lo contrario no pueden funcionar: algunas, por ejemplo las neuronas del cerebro, apenas pueden subsistir unos pocos minutos si no reciben oxígeno.

EL APARATO CIRCULATORIO

El aparato circulatorio, también llamado **aparato cardiovascular**, pues está formado por el **corazón** y una intrincada red de **vasos circulatorios**, tiene la misión de hacer llegar continuamente a todos los tejidos del cuerpo la sangre, que les aporta el **oxígeno** y los **nutrientes** necesarios para su funcionamiento y que recoge los **residuos metabólicos** para llevarlos hasta los órganos encargados de su eliminación.

PRINCIPALES COMPONENTES DEL APARATO CIRCULATORIO



FUNCIONAMIENTO DEL APARATO CIRCULATORIO

El aparato circulatorio es un **circuito cerrado** relleno de sangre formado por un **sistema de conductos**, los vasos circulatorios, y un **motor central**, el corazón. El corazón es un órgano hueco de gruesas paredes musculares que se dilata y contrae alternativamente, llenándose y vaciándose de sangre en cada latido. En cada contracción, el corazón impulsa cierta cantidad de sangre a las **arterias**, cuyas sucesivas ramificaciones llegan a todos los rincones del cuerpo y se transforman en delgadísimos **capilares**. Es en estos minúsculos vasos, de finísimas paredes, donde se producen los intercambios entre la sangre y los tejidos. La confluencia de los capilares origina las **venas**, que llevan la sangre otra vez hasta el corazón. En cada dilatación, el corazón se llena otra vez de sangre, para luego contraerse y recomenzar el ciclo que asegura una circulación constante por todo el organismo.

La circulación de la sangre es una **función vital**, pues el cese de esta actividad es incompatible con la vida.

CORAZÓN DE ATLETA

El corazón está formado básicamente por **tejido muscular** y, como todos los músculos, responde al entrenamiento con su desarrollo: una actividad física intensa y regular hace que las cavidades cardiacas se amplíen y que sus paredes se vuelvan más gruesas y potentes. Así, el corazón logra impulsar más cantidad de sangre en cada contracción y no hace falta que aumente demasiado la frecuencia de los latidos cuando una exigencia física puntual aumenta las demandas del organismo. Por este motivo, el corazón del deportista de elite suele ser **más grande de lo habitual** y en condiciones de reposo trabaja a un ritmo más lento de lo común: en plena competición, un aumento moderado de la frecuencia de los latidos logra así cubrir todos los requerimientos orgánicos.

EL CICLO CARDÍACO

En cada latido, las cuatro cámaras del corazón se dilatan y se contraen de forma **sincrónica** de tal modo que la sangre pasa de cada aurícula al ventrículo de su lado y de éste a la arteria correspondiente, en un ciclo que se repite sin cesar. La fase de **dilatación** se denomina **diástole**, mientras que la fase de **contracción** se conoce como **sístole**. En el lado derecho, la aurícula se dilata y se llena con la sangre procedente de las **venas cavas**, luego se contrae para arrojar su contenido al ventrículo, que se llena de sangre, y finalmente éste se contrae para impulsar su contenido a las **arterias pulmonares**. En el lado izquierdo, la aurícula se dilata y se llena con la sangre procedente de las **venas pulmonares**, luego se contrae para arrojar su contenido al ventrículo, que se llena de sangre, y finalmente éste se contrae para impulsar su contenido a la **arteria aorta**.

FASES DEL CICLO CARDÍACO

DIÁSTOLE

las aurículas se relajan y se van llenando con la sangre procedente de las venas

las válvulas auriculoventriculares se abren y permiten el paso de sangre a los ventrículos

SÍSTOLE AURICULAR

las aurículas se contraen e impulsan todo su contenido a los ventrículos

SÍSTOLE VENTRICULAR

las válvulas auriculoventriculares se cierran y los ventrículos se contraen para impulsar su contenido a las arterias

LAS VÁLVULAS DEL CORAZÓN

En el interior del corazón, la sangre tiene una **circulación unidireccional**, es decir, en un solo sentido, requisito indispensable para el correcto funcionamiento del órgano que está garantizado por un sistema de **válvulas** que permiten el paso de sangre de un sector a otro e impiden su reflujo. Entre cada aurícula y cada ventrículo hay una **válvula auriculoventricular**: en el lado derecho, la **válvula tricúspide**, llamada así porque está formada por tres pequeñas lengüetas; en el lado izquierdo, la **válvula mitral**, llamada así porque su aspecto se asemeja a la mitra con que se cubren la cabeza algunas dignidades eclesiásticas. Y entre cada ventrículo y la arteria a la que éste impulsa su contenido hay una **válvula sigmoide** o **semilunar**: en el lado derecho, la **válvula pulmonar**, y en el lado izquierdo, la **válvula aórtica**.

FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS CARDÍACAS

diástole

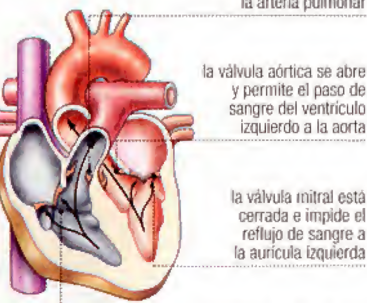
la válvula aórtica está cerrada e impide el reflujo de sangre al ventrículo derecho

la válvula pulmonar está cerrada e impide el reflujo de sangre al ventrículo derecho

la válvula tricúspide se abre y permite el paso de sangre de la aurícula derecha al ventrículo derecho

la válvula mitral se abre y permite el paso de sangre de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo

sístole



la válvula pulmonar se abre y permite el paso de sangre del ventrículo derecho a la arteria pulmonar

la válvula aórtica se abre y permite el paso de sangre del ventrículo izquierdo a la aorta

la válvula mitral está cerrada e impide el reflujo de sangre a la aurícula izquierda

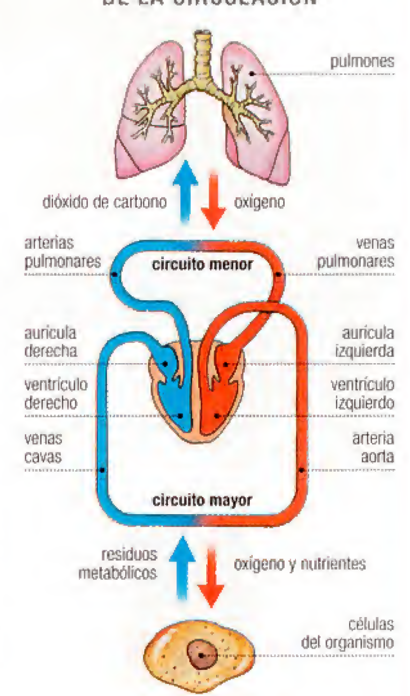
la válvula tricúspide está cerrada e impide el reflujo de sangre a la aurícula derecha

El corazón late sin cesar desde antes del nacimiento hasta la muerte: a lo largo de una vida de duración media puede llegar a contraerse y dilatarse sin descanso unos 2.500 millones de veces.

DOBLE CIRCUITO

Aunque es un sistema cerrado, el aparato circulatorio consta de dos circuitos que funcionan de manera simultánea y paralela. El **circuito menor** corresponde a la **circulación pulmonar**: el ventrículo derecho del corazón bombea a las arterias pulmonares la sangre que ya ha circulado por todo el cuerpo, pobre en oxígeno y cargada de dióxido de carbono, para que se oxigene y, ya purificada, retorne a través de las venas pulmonares a la aurícula izquierda. El **circuito mayor** corresponde a la **circulación general** o **sistémica**: el ventrículo izquierdo del corazón impulsa la sangre oxigenada y rica en nutrientes a la arteria aorta para que sus ramificaciones la lleven a todos los tejidos y, tras el intercambio que se produce en los capilares, ya pobre en oxígeno y cargada de residuos, retorne a través de las venas cavas a la aurícula derecha.

LOS DOS CIRCUITOS DE LA CIRCULACIÓN



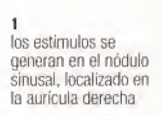
Introducción
Una máquina perfecta
Piel
Aparato digestivo
Nutrición
Aparato respiratorio
Aparato circulatorio y sangre
Sistema nervioso
Aparato locomotor
Aparato urinario
Sistema endocrino
Sistema inmunológico
Los sentidos
Genética
Sistema reproductor
Evolución del cuerpo humano
Índice alfabético de materias

AUTOMATISMO CARDÍACO

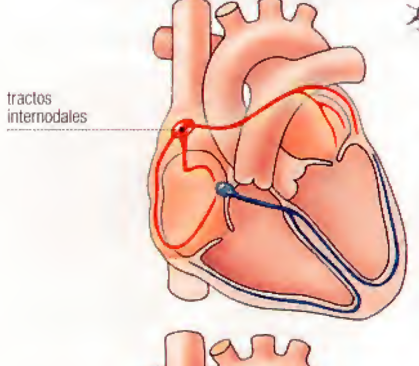
Los latidos del corazón dependen de unos **estímulos eléctricos** capaces de provocar la contracción de las fibras que constituyen el **músculo cardiaco** y que dan lugar a la contracción sucesiva y sincronizada de los diversos compartimientos del órgano. Dichos estímulos se generan de manera **rítmica** en unos sectores específicos del corazón y se propagan de forma secuencial por todo el órgano a través de unas fibras musculares especializadas que constituyen el **sistema de conducción eléctrica**. Así pues, aunque la actividad cardíaca puede resultar influenciada por estímulos procedentes del sistema nervioso que aceleren o hagan más lento el ritmo de los latidos, el corazón es un órgano **funcionalmente autónomo**.



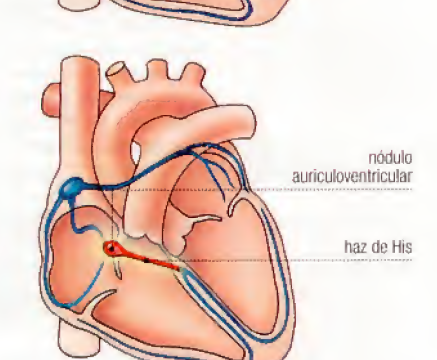
La **frecuencia cardíaca** corresponde al número de latidos que se suceden en un minuto, unas 70 u 80 veces en los adultos cuando están en reposo, algo más en los niños y un poco menos en los ancianos, aunque el ritmo puede aumentar bastante al realizar un esfuerzo físico y en situaciones de estrés.



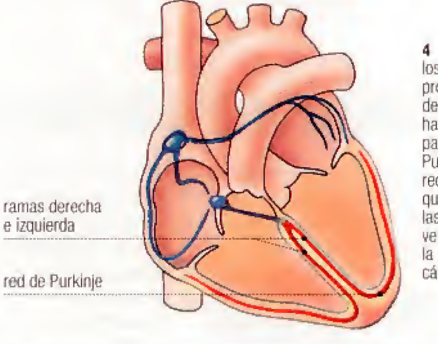
1
los estímulos se generan en el nódulo sinusal, localizado en la aurícula derecha



2
desde allí se propagan a través de los tractos internodales por la aurícula derecha y la aurícula izquierda, provocando la contracción de ambas cámaras

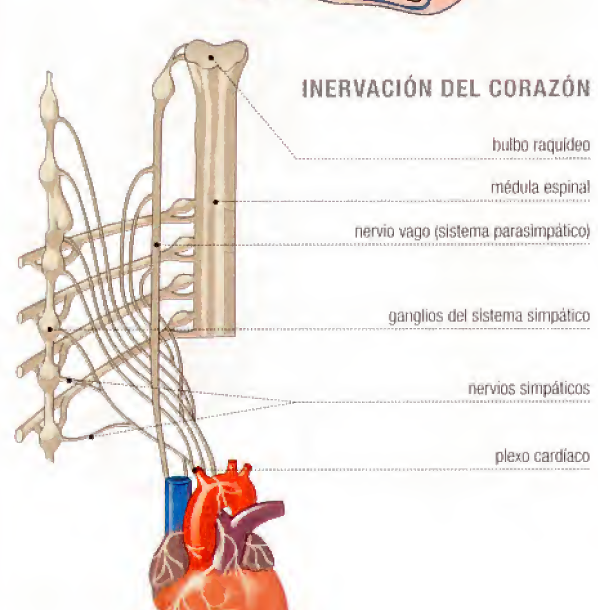


3
luego llegan al nódulo auriculoventricular, localizado junto al orificio que comunica la aurícula y el ventrículo del lado derecho, y prosiguen su recorrido por el haz de His, que se dirige al tabique interventricular



4
los estímulos se propagan por las ramas derecha e izquierda del haz de His y finalmente pasan a la red de Purkinje, una intrincada red de ramificaciones que se expanden por las paredes de los dos ventrículos, provocando la contracción de estas cámaras

INERVACIÓN DEL CORAZÓN



CONTROL NERVIOSO DEL CORAZÓN

Aunque el corazón funciona de manera autónoma, está inervado por el **sistema nervioso autónomo**, la parte del sistema nervioso central que controla **de manera inconsciente** la actividad de los órganos internos. Al corazón llegan fibras procedentes de las dos partes del sistema nervioso autónomo: del **sistema simpático** y del **sistema parasimpático**. Los estímulos proporcionados por los dos sectores son opuestos: el simpático, que se activa cuando se realiza un esfuerzo físico y ante cualquier emoción intensa, provoca un aumento de la frecuencia cardíaca, mientras que el parasimpático, que predomina cuando estamos en calma y situación de reposo, determina una ralentización de los latidos.



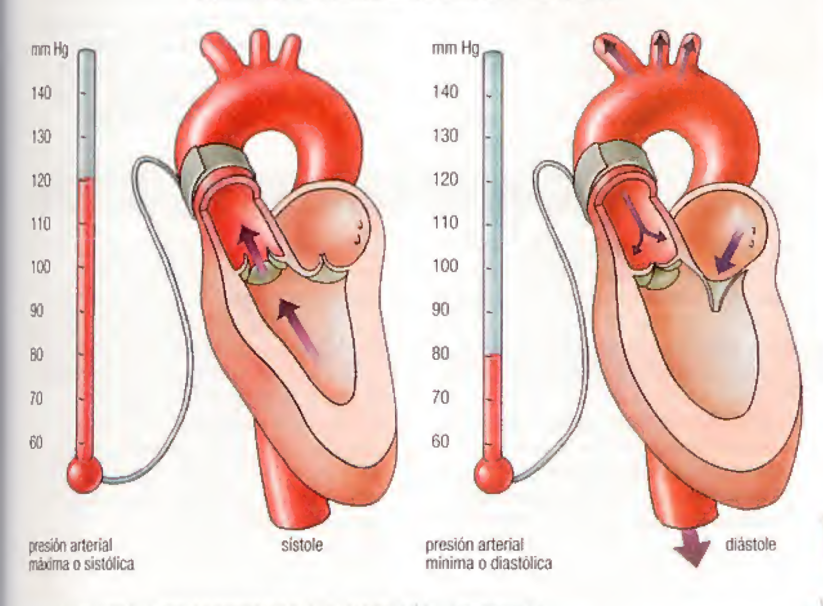
sistema nervioso simpático

sistema nervioso parasimpático

LA PRESIÓN ARTERIAL

La presión arterial corresponde a la **fuerza** que ejerce la sangre bombeada por el corazón en cada latido contra las paredes de las arterias, una fuerza **necesaria para garantizar la circulación**, pues es preciso que la sangre **venza la resistencia** que supone la progresiva disminución del diámetro de los vasos arteriales. En cada contracción, el ventrículo izquierdo arroja cierta cantidad de sangre a la aorta, cuyas ramificaciones, cada vez más delgadas, se distribuyen por todo el cuerpo. Tanto la aorta como las arterias principales son elásticas, por lo que en un primer momento se distienden y luego recuperan su diámetro anterior, con lo que la sangre resulta impulsada hacia los vasos de menor calibre y se establece un flujo prácticamente continuo en los capilares. Dos son los factores básicos que determinan la presión arterial: el **gasto cardiaco**, que corresponde a la cantidad de sangre impulsada por el corazón en cada minuto, y la **resistencia vascular periférica**, que corresponde a la oposición que ofrecen a la circulación las pequeñas arterias, más o menos contraídas o relajadas.

PRESIÓN ARTERIAL MÁXIMA Y MÍNIMA



LÍMITES NORMALES DE LA PRESIÓN ARTERIAL

Edad	Presión máxima o sistólica (mm Hg)	Presión mínima o diastólica (mm Hg)
1-3 meses	80	55
4-12 meses	90	65
1-4 años	110	70
5-10 años	120	75
11-15 años	130	80
16-20 años	135	85
21-30 años	145	90
31-40 años	150	90
41-50 años	160	95
51-60 años	165	95
61-70 años	170	98
+ 70 años	175	100



¿ES EL CORAZÓN LA SEDE DEL AMOR?

Tradicionalmente se dice que el corazón aloja nuestros sentimientos, que es allí donde reside el amor, aunque se trata sólo de una fantasía, romántica pero irreal. Tal vez la idea haya surgido al comprobar que cuando nos emocionamos el corazón late más deprisa, si bien se trata sólo de una respuesta automática que responde a los estímulos proporcionados por el sistema nervioso. Más aún, puede afirmarse que el corazón es un órgano insensible, pues no dispone de terminaciones nerviosas sensibles al tacto ni a la temperatura, aunque cuenta con receptores que se activan y provocan dolor cuando se acumulan ciertos productos metabólicos ante una falta de irrigación sanguínea suficiente.

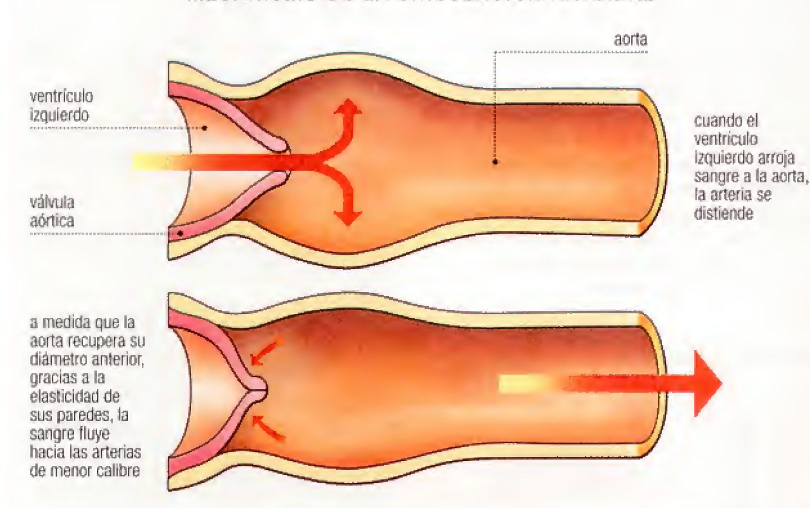
La presión arterial es un parámetro para conocer el estado de salud del sistema circulatorio.

VARIACIONES DE LA PRESIÓN ARTERIAL

La presión arterial no es uniforme, pues presenta ciertas oscilaciones en el curso del latido cardíaco. Por ello, para referirse a sus valores siempre se consideran dos parámetros: la presión máxima y la presión mínima, que se expresan en **milímetros de mercurio** (mm Hg). La **presión arterial máxima** o **sistólica** corresponde a la sístole, es decir, la fase en que el ventrículo izquierdo arroja su contenido a la aorta, cuya presión interna aumenta bruscamente. La **presión arterial mínima** o **diastólica** corresponde a la diástole, es decir, la fase en que el ventrículo izquierdo se dilata para llenarse y, por tanto, no arroja sangre a la aorta, cuya presión interna disminuye. Cabe destacar que la presión arterial presenta numerosas variaciones a lo largo del día y que sus valores se incrementan progresivamente con la edad, aunque en condiciones normales siempre se mantienen dentro de ciertos límites.

CIRCULACIÓN ARTERIAL

MECANISMO DE LA CIRCULACIÓN ARTERIAL



Las arterias de mayor calibre, como son la aorta y sus principales ramas, tienen unas **paredes elásticas** que les permiten **expandirse** cuando en cada latido el corazón arroja con fuerza una gran cantidad de sangre en su interior y luego **recuperan su diámetro anterior**. Con ello, impulsan la sangre hacia el resto del árbol arterial, constituido por vasos cada vez más delgados y menos elásticos. Este mecanismo permite convertir un flujo intermitente, a borbotones, en un **flujo continuo**. Las arterias de menor calibre, en cambio, disponen en sus paredes de una mayor proporción de fibras musculares y, bajo el influjo del sistema nervioso, pueden estar más contraídas o relajadas. Este mecanismo permite **distribuir** el flujo de sangre por el organismo de tal modo que en cada momento reciban una mayor irrigación los sectores que más lo necesiten, por ejemplo los músculos durante el ejercicio o el aparato digestivo durante la digestión.

EL PULSO ARTERIAL

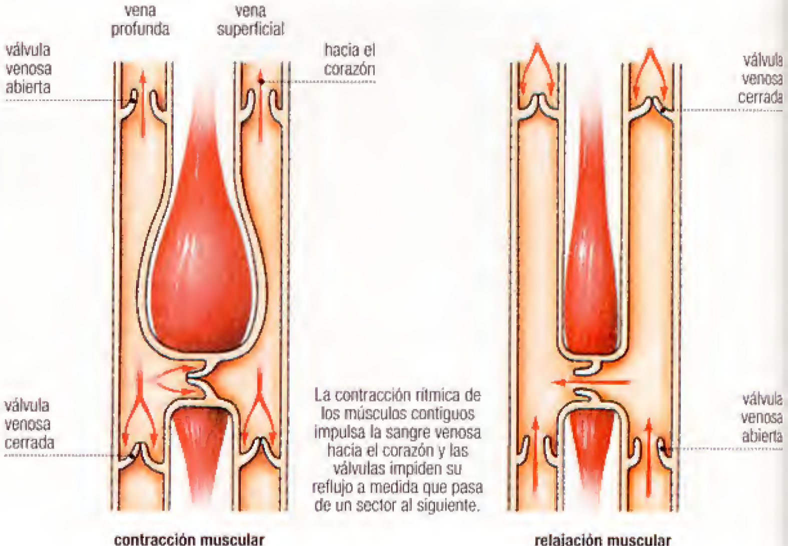
Cada vez que el corazón se contrae, **impulsa** con fuerza sangre hacia la arteria aorta, que la reparte por todo el cuerpo a través de sus ramificaciones. A medida que el flujo sanguíneo avanza por estos vasos, de paredes elásticas, también se propaga en su recorrido una **onda pulsátil** que se corresponde con la contracción del ventrículo izquierdo. De tal modo, al palpar las pulsaciones de las **arterias superficiales** se obtienen valiosos datos sobre la frecuencia y el ritmo de los latidos cardíacos. Para tomar el pulso, basta con que el explorador apoye suavemente la punta de sus dedos sobre el recorrido de una arteria de tamaño mediano para advertir las pulsaciones; incluso uno mismo puede tomarse el pulso sin mayores dificultades. Por lo común se toma el pulso de la **arteria radial** en su paso por el borde de la cara anterior de la muñeca, del lado del dedo pulgar. También resulta fácil detectar la pulsación de las **arterias carótidas** en el cuello, a los lados de la tráquea, así como la de las **arterias femorales**, al nivel de la ingle.



CIRCULACIÓN VENOSA

Las venas son responsables de la **circulación de retorno**, es decir, se encargan de llevar hasta el corazón la sangre procedente de todos los rincones del cuerpo. En las venas situadas en la parte superior del cuerpo, ello es posible simplemente porque las paredes venosas son muy dilatables y la presión existente en su interior es inferior a la de la aurícula derecha, que ejerce un efecto de "aspiración". Distinto es el caso en las venas situadas en la parte inferior del cuerpo, sobre todo al permanecer de pie, pues la sangre circula hacia el corazón **contra la fuerza de gravedad**. A fin de asegurar su funcionamiento, estos vasos cuentan también con un sistema de **válvulas internas** que sólo dejan pasar la sangre en un solo sentido, hacia el corazón, e **impiden su reflujo**. Además, en los miembros inferiores hay algo así como una **bomba muscular**, pues la contracción de los músculos entre los cuales discurren las venas proporciona el empuje necesario para la circulación venosa.

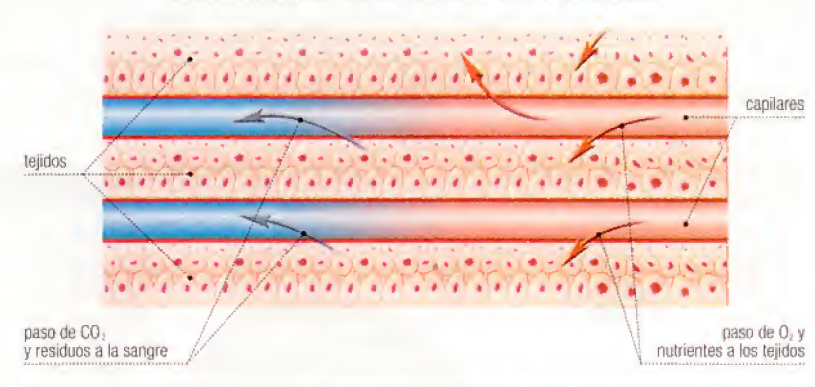
MECANISMO DE LA CIRCULACIÓN VENOSA EN LOS MIEMBROS INFERIORES



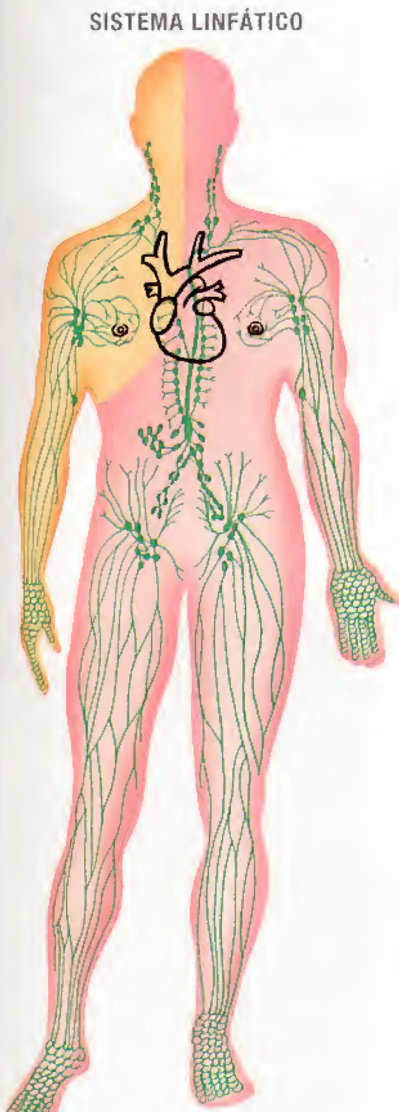
CIRCULACIÓN CAPILAR

Los capilares, que constituyen las **últimas ramificaciones** de las arterias periféricas, son los vasos más pequeños, incluso más finos que los cabellos, de donde procede su nombre. Sus paredes, formadas por una única capa de células, son tan **delgadas** que permiten el intercambio de sustancias entre la sangre que circula por su interior y el espacio circundante. La sangre que llega hasta los capilares en un flujo continuo está cargada de oxígeno y nutrientes, elementos que pasan al exterior y son captados por las células de los tejidos adyacentes. A la par, el dióxido de carbono y otros residuos metabólicos pasan de los tejidos a la sangre, que paulatinamente se transforma en sangre venosa. La confluencia de los capilares da lugar a la formación de las venas, que llevarán la sangre impura hasta el corazón.

INTERCAMBIOS EN LA CIRCULACIÓN CAPILAR



SISTEMA LINFÁTICO



EL SISTEMA LINFÁTICO

El sistema linfático integra el aparato circulatorio, pues se encarga del **drenaje** del exceso de líquido presente en los espacios intercelulares de los diversos tejidos, aunque también forma parte del **sistema inmunitario**. Está formado por una intrincada **red de conductos** muy delgados que, además de drenar parte del líquido que se escapa de los capilares sanguíneos para reintroducirlo en la circulación sanguínea, también recoge las grasas absorbidas en el aparato digestivo y capta proteínas, gérmenes y partículas pequeñas presentes en el seno de los tejidos. Los **capilares linfáticos** confluyen para formar **vasos linfáticos** de mayor diámetro que se dirigen hacia el corazón y en cuyo recorrido hay intercalados **ganglios** que actúan como filtro del líquido que transportan, la **linfa**. Finalmente, todos los vasos linfáticos confluyen en dos conductos principales que desembocan en venas cercanas a la cava superior.

CIRCULACIÓN EN LOS VASOS LINFÁTICOS

El sistema linfático no tiene una bomba central equivalente al corazón, por lo cual su funcionamiento depende sobre todo de la **compresión** que ejercen sobre los vasos linfáticos los **músculos** adyacentes. Además, la disminución periódica de la presión que se produce dentro de la caja torácica durante las inspiraciones facilita el **ascenso de la linfa** desde las piernas hacia el tronco. En el interior de los vasos linfáticos, un **sistema de válvulas** asegura la circulación de la linfa en una sola dirección e impide que refluya.

RELACIÓN ENTRE LA CIRCULACIÓN LINFÁTICA Y LA CIRCULACIÓN SANGUÍNEA

corazón
arterias
venas
vasos linfáticos
capilares

SECCIÓN DE UN VASO LINFÁTICO

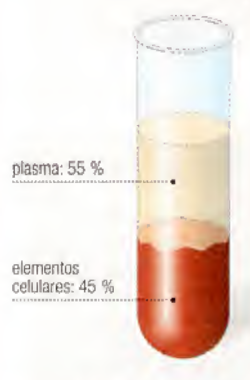
vaso linfático
dirección de la linfa
válvulas

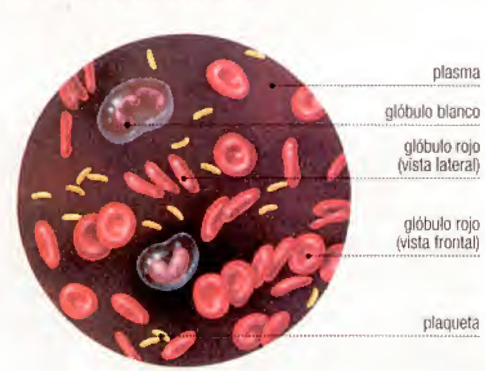
LA SANGRE, LÍQUIDO VITAL

La sangre es un **fluido rojizo** de consistencia viscosa que, impulsado por el corazón, recorre constantemente todo el organismo por el interior del aparato circulatorio y, entre otras funciones, **transporta** hasta las células de todos los tejidos **multitud de elementos** que necesitan para mantener su actividad así como los productos de desecho hasta los órganos responsables de su eliminación.

COMPOSICIÓN DE LA SANGRE



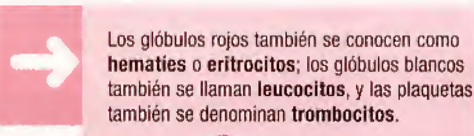




En el organismo de una persona adulta hay aproximadamente unos **cinco litros** de sangre, formada por distintos componentes. Alrededor del 55 % corresponde al **plasma**, un líquido que lleva disueltas múltiples sustancias y en el cual flotan miles de millones de diversos **elementos celulares**, que constituyen el restante 45 %. Las células sanguíneas son de tres tipos, cada uno de ellos con una función particular: los **glóbulos rojos**, responsables del transporte de oxígeno y dióxido de carbono; los **glóbulos blancos**, de los cuales existen diferentes variedades, que participan en la defensa del organismo frente a las infecciones, y las **plaquetas**, que intervienen en el proceso de coagulación destinado a detener las hemorragias.

CÉLULAS SANGUÍNEAS

Glóbulos rojos	4,5-5 millones/mm³
Glóbulos blancos	4.000-10.000/mm³
• neutrófilos	45-75 %
• eosinófilos	1-3 %
• basófilos	0,5-1 %
• monocitos	3-7 %
• linfocitos	25-30 %
Plaquetas	150.000-300.000/mm³



Los glóbulos rojos también se conocen como **hematíes** o **eritrocitos**; los glóbulos blancos también se llaman **leucocitos**, y las plaquetas también se denominan **trombocitos**.





FUNCIONES DE LA SANGRE

La sangre tiene diversas funciones, pero sobre todo actúa como **vehículo** de numerosas sustancias por el interior del organismo: por un lado, lleva hasta todos los tejidos el oxígeno absorbido en los pulmones, los nutrientes incorporados en el aparato digestivo, las hormonas fabricadas por las glándulas endocrinas y múltiples elementos necesarios para el correcto funcionamiento de las células; por otro, lleva los residuos del metabolismo celular, cuya acumulación resultaría tóxica, desde los distintos tejidos hasta los órganos encargados de su eliminación o neutralización, como son los pulmones, los riñones o el hígado. Por otra parte, la sangre participa en la **termorregulación** del organismo, pues actúa como un sistema de calefacción que distribuye calor y permite mantener una temperatura idónea para el funcionamiento de los tejidos. Y, por último, también colabora con el **sistema de defensa** contra las infecciones.







Los tres tipos de células sanguíneas y sus funciones.

EL PLASMA SANGUÍNEO

El plasma es un **líquido amarillento** compuesto fundamentalmente por agua (90 %) que transporta por el interior del aparato circulatorio, además de las células sanguíneas, elementos tales como **nutrientes** (azúcares, grasas, aminoácidos), sustancias minerales, **residuos** del metabolismo (como la urea), **vitaminas** y **hormonas**, así como múltiples productos de acciones biológicas muy variadas. Algunas sustancias viajan libres en el plasma, pero muchas son insolubles y forman complejos con proteínas que las fijan y transportan en la sangre para liberarlas donde corresponda; de hecho, entre los principales componentes del plasma destacan diversas **proteínas**, entre las cuales destaca la **albúmina**.

FORMACIÓN DE LA SANGRE

La formación de las células sanguíneas es un proceso ininterrumpido, denominado **hematopoyesis**, que se desarrolla fundamentalmente en la **médula ósea** presente en el interior de algunos huesos y, en menor medida, en órganos pertenecientes al sistema inmunitario como el bazo y los ganglios linfáticos. En la médula ósea hay unas células precursoras de todos los tipos de células sanguíneas, denominadas **células madre pluripotenciales**, que son capaces de reproducirse a sí mismas y de diferenciarse para dar origen a las **células madre monopotenciales**, preparadas para un tipo específico de célula sanguínea. Desde su origen, los elementos sanguíneos pasan por un **proceso de maduración**, en varias etapas sucesivas durante las cuales reciben diferentes nombres, hasta convertirse en glóbulos rojos, glóbulos blancos o plaquetas que, finalmente, pasan a la circulación. Como las células sanguíneas tienen una vida limitada, cada día se produce una cantidad equivalente a las pérdidas, lo que representa unas cifras astronómicas: unos 100.000 a 200.000 millones de glóbulos rojos, cerca de 30.000 millones de glóbulos blancos y entre 70.000 y 150.000 millones de plaquetas.

Si se pusieran en fila todos los glóbulos rojos de una persona adulta uno detrás de otro, se podría formar una cadena que diese más de cinco vueltas a la Tierra.

HEMATOPOYESIS

célula madre pluripotencial

megacarioblasto
megacariocito
plaquetas

célula madre monopotencial
proeritroblasto
eritroblasto
reticulocito
glóbulo rojo

célula madre monopotencial
mieloblasto
promielocito
mielocito
metamielocito
cayado o banda
granulocito

célula madre monopotencial
promonoblasto
promonocito
monocito

célula madre monopotencial
linfoblasto
prolinfocito
linfocito

DONAR SANGRE, DONAR VIDA

Para atender múltiples situaciones (accidentes, operaciones, trasplantes, etc.), los bancos de sangre precisan grandes cantidades de ella. Para ser donante y contribuir a salvar vidas se requiere: tener entre 18 y 65 años, un peso superior a los 50 kg y gozar de buena salud.

LA VIDA DE LOS GLÓBULOS ROJOS

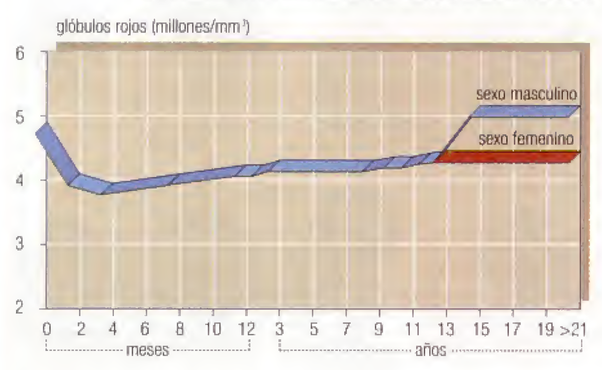
Los glóbulos rojos son **células incompletas**, pues carecen de núcleo, y ello determina que al cabo de cierto tiempo de circular por todo el organismo pierdan vitalidad y resulten destruidas. Se forman en la médula ósea a partir de las células pluripotenciales, en un proceso denominado **eritropoyesis**, que dura de cinco a ocho días. De la médula ósea pasan a la sangre para desarrollar su función y, como término medio, se mantienen en perfectas condiciones para cumplir su cometido alrededor de tres meses. Tras ese período, ya envejecidos, se destruyen cuando pasan por el **bazo**.

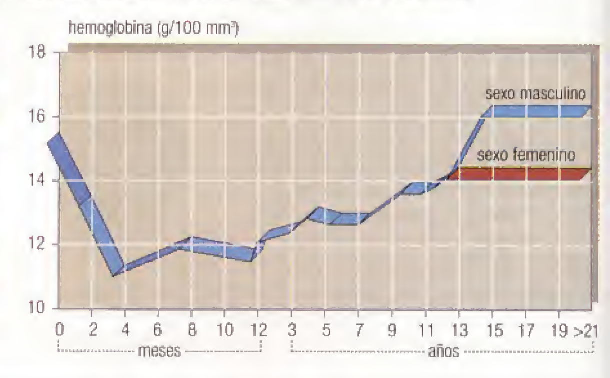
FUNCIÓN DE LOS GLÓBULOS ROJOS

Los glóbulos rojos tienen una **función vital**: se encargan de **transportar oxígeno** desde los pulmones hasta los tejidos, para que las células lo utilicen en sus procesos metabólicos, y **dióxido de carbono** desde los tejidos hasta los pulmones, para que éstos lo eliminen y no se acumule en el organismo. Esta función la realiza concretamente un **pigmento** contenido en los glóbulos rojos y que es responsable de su típica coloración, la **hemoglobina**. Podría decirse que los glóbulos rojos actúan sencillamente como "contenedores" de hemoglobina, pues su cometido no es otro que recorrer el organismo por el interior del aparato circulatorio pasando una y otra vez por los pulmones y por los tejidos a fin de que dicho pigmento transporte esos gases de un sitio a otro.

Glóbulos rojos vistos al microscopio de barrido.

NIVELES NORMALES DE GLÓBULOS ROJOS Y HEMOGLOBINA SEGÚN LA EDAD Y EL SEXO





ESTRUCTURA DE LA HEMOGLOBINA

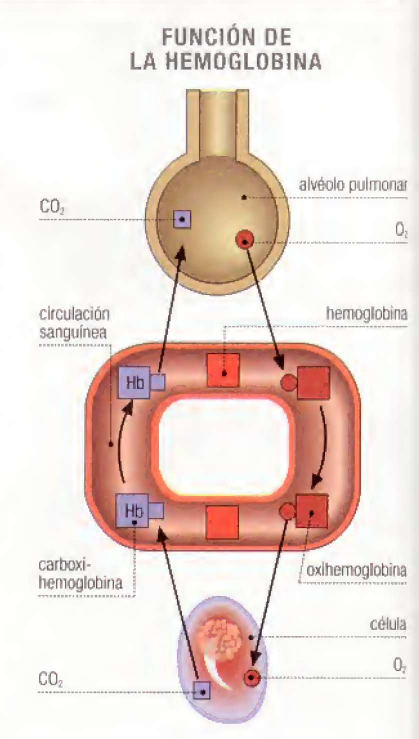


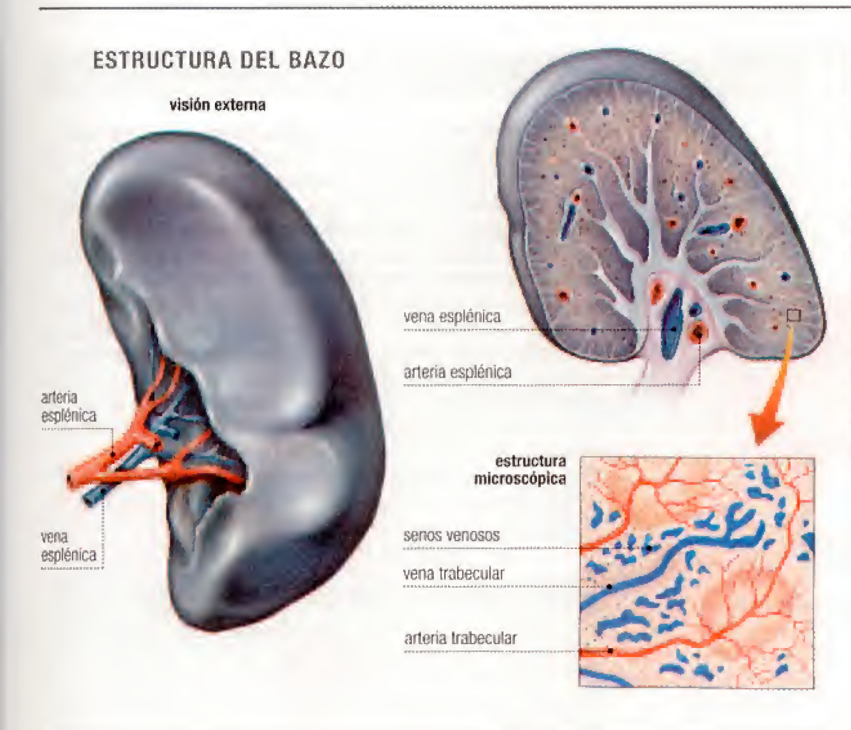
La hemoglobina cargada de oxígeno tiene un color rojo vivo, típico de la sangre arterial, pero cuando está cargada de dióxido de carbono adopta un color más azulado, típico de la sangre venosa.



LA HEMOGLOBINA

La hemoglobina está formada por dos elementos fundamentales de los que deriva su nombre: un compuesto denominado **grupo hemo** y unas proteínas tipo **globina**. Cada molécula de hemoglobina contiene cuatro grupos hemo combinados con cuatro cadenas de globinas. El grupo hemo contiene un átomo de hierro, capaz de unirse al oxígeno para transportarlo en la sangre. Cuando está expuesta a una alta concentración de oxígeno, como ocurre cuando circula por los pulmones, cada molécula de hemoglobina puede fijar cuatro moléculas de oxígeno, que se unen a los respectivos átomos de hierro: se constituye así la **oxihemoglobina**, de un color rojo brillante. Cuando la concentración de oxígeno disminuye y a la par aumenta la de dióxido de carbono, la hemoglobina libera el oxígeno, para cederlo a los tejidos, mientras que incorpora una molécula de dióxido de carbono para transportarla hasta los pulmones, convirtiéndose entonces en **carboxihemoglobina**, de un color más azulado. Y en los pulmones, la hemoglobina cede el dióxido de carbono para que sea eliminado con la respiración y vuelve a incorporar oxígeno, en un ciclo incesante que asegura el intercambio de gases entre el organismo y el exterior.





FUNCIONES DEL BAZO

El bazo es un órgano esponjoso que, en condiciones normales, está repleto de sangre: precisamente, una de sus funciones es la de constituir una **reserva de sangre**, que pasa a la circulación ante cualquier situación de emergencia, por ejemplo cuando se produce una hemorragia importante. Pero la principal función del bazo consiste en la **destrucción de los glóbulos rojos viejos**: cuando pierden su vitalidad y sus paredes se deforman, los glóbulos rojos quedan atrapados en el bazo y se destruyen, aunque sus componentes pasan a la sangre para ser reutilizados, en especial el hierro contenido en la hemoglobina.

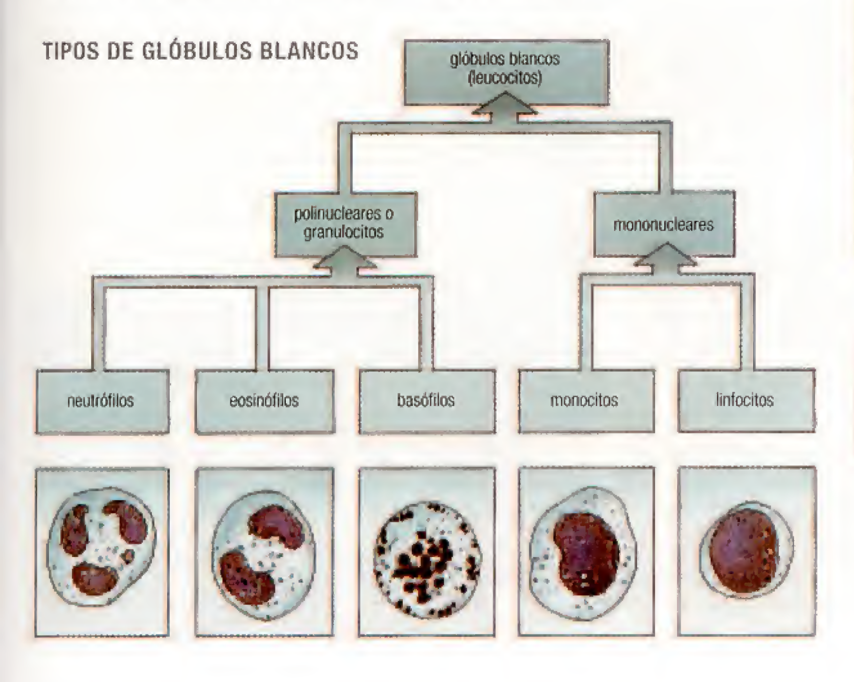


LOS GLÓBULOS BLANCOS

También llamados **leucocitos**, son las células sanguíneas menos abundantes y se diferencian en diversos tipos. Todos están provistos de núcleo e inclusive algunos tienen un núcleo de forma multilobulada que visto al microscopio aparenta ser más de uno, lo que justifica la distinción de dos grupos, unos llamados polinucleares y otros denominados mononucleares. Los **leucocitos polinucleares**, llamados también **granulocitos** porque al microscopio pueden observarse en su interior gránulos que contienen sustancias necesarias para sus actividades, se diferencian en tres tipos fundamentales: **neutrófilos**, **eosinófilos** y **basófilos**. Los **leucocitos mononucleares** son de dos tipos: **monocitos**, que son las células sanguíneas más grandes, y **linfocitos**, mucho más pequeños pero más abundantes, que según su actividad se diferencian en **linfocitos B** y **linfocitos T**.

ANEMIA

La anemia es un **trastorno muy común** caracterizado por una disminución de los niveles sanguíneos de hemoglobina, muchas veces acompañada de un descenso de la concentración de los glóbulos rojos, lo que se traduce en manifestaciones tales como palidez y cansancio, pues los tejidos no reciben todo el oxígeno que necesitan para funcionar como corresponde. Su origen puede ser en extremo variado: unas veces se debe a **hemorragias** que provocan una **pérdida** exagerada o repetida de glóbulos rojos y de la hemoglobina que contienen; otras veces el problema corresponde a un **fallo** en la formación de la hemoglobina o los glóbulos rojos, por ejemplo de origen hereditario o bien a causa de un **déficit** de elementos necesarios para el proceso como hierro, ácido fólico o vitamina B_{12}.

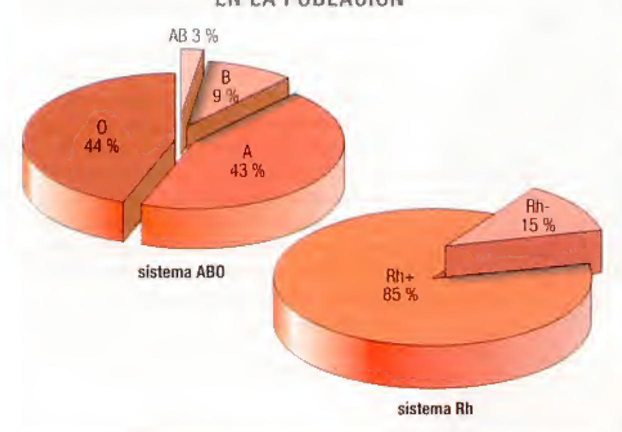




Todos los glóbulos blancos forman parte del **sistema inmunitario** y si bien algunos permanecen buena parte de su vida activa en la sangre, otros abandonan pronto el aparato circulatorio para internarse en los diversos tejidos orgánicos y ejercer allí una acción defensiva contra agentes extraños.

EL APARATO CIRCULATORIO

FRECUENCIA DE LOS GRUPOS SANGUÍNEOS EN LA POBLACIÓN



LOS GRUPOS SANGUÍNEOS

La sangre de los seres humanos se clasifica en diversos grupos que dependen de la presencia o ausencia de ciertos **antígenos** en la superficie de los glóbulos rojos, cuya existencia está determinada **genéticamente** y se rige por las leyes de la **herencia**. Esta clasificación determina el grado de **compatibilidad sanguínea**, es decir, la posibilidad de emplear sangre de unas personas para realizar transfusiones a otras sin que surjan inconvenientes, pues si se utiliza sangre de una persona de un determinado grupo para transfundir a una persona de otro grupo, es posible que los glóbulos rojos del donante introducidos en la circulación del receptor sean atacados y destruidos por anticuerpos presentes en su plasma. Se originaría así una **reacción de incompatibilidad**, en ocasiones leve y pasajera, pero en otros casos tan grave que puede resultar mortal. Se han identificado numerosos antígenos en la superficie de los glóbulos rojos, pero los más importantes, los que se tienen habitualmente en cuenta a la hora de realizar transfusiones, corresponden al sistema ABO y el factor Rh.

EL SISTEMA ABO

El sistema ABO se basa en la existencia de dos antígenos en la superficie de los glóbulos rojos, denominados A y B. Según la presencia o ausencia de uno o ambos antígenos, se pueden establecer cuatro grupos sanguíneos diferentes: el **grupo A**, ante la presencia exclusiva del antígeno A; el **grupo B**, si existe sólo el antígeno B; el **grupo AB**, cuando están presentes los dos antígenos, y el **grupo O**, ante la ausencia de ambos. A la par, la ausencia de un determinado antígeno en la superficie de los glóbulos rojos se relaciona con la presencia en el plasma de **anticuerpos específicos** contra el mismo, responsables de las reacciones de incompatibilidad. Así, en la sangre del grupo A existen **anticuerpos anti-B** y en la del grupo B hay **anticuerpos anti-A**, mientras que en la del grupo O están presentes tanto anticuerpos anti-A como anticuerpos anti-B y en la del grupo AB, por el contrario, no se encuentra ninguno de ellos.

GRUPOS DEL SISTEMA ABO

GRUPO SANGUÍNEO	ANTÍGENO DE SUPERFICIE	ANTICUERPO
A	A	anti-B
B	B	anti-A
AB	A B	
O		anti-A anti-B

COMPATIBILIDAD SANGUÍNEA ABO

Si una persona del grupo A recibiera una **transfusión de sangre** del grupo B, los anticuerpos anti-B presentes en el plasma del receptor reaccionarían contra los glóbulos rojos del donante que contienen el antígeno B y los destruirían. Lo mismo ocurriría si se empleara sangre del grupo A para transfundir a una persona del grupo B, pues los anticuerpos anti-A presentes en su plasma destruirían los glóbulos rojos de la sangre recibida. En cambio, si una persona del grupo AB fuera transfundida con sangre de otro tipo apenas se producirían problemas, porque no posee ningún anticuerpo anti-A o anti-B y por tanto los glóbulos rojos recibidos no serían atacados: por eso se considera que una persona del grupo AB es "**receptor universal**". En cambio, una persona del grupo O no puede recibir sangre de ningún otro grupo, porque en su plasma existen anticuerpos que destruirían los glóbulos rojos transfundidos, mientras que, como los glóbulos rojos del grupo O no contienen ningún antígeno de superficie, pueden ser transfundidos a personas de otros grupos sin riesgos: por eso se considera a la persona del grupo O como "**donante universal**".

COMPATIBILIDAD TRANSFUSIONAL DEL SISTEMA ABO



si su grupo es / puede recibir	O−	O+	B−	B+	A−	A+	AB−	AB+
O−	✓							
O+	✓	✓						
B−	✓		✓					
B+	✓	✓	✓	✓				
A−	✓				✓			
A+	✓	✓			✓	✓		
AB−	✓		✓		✓		✓	
AB+	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

EL FACTOR Rh

El factor Rh es un antígeno de superficie de los glóbulos rojos presente aproximadamente en el 85 % de las personas, que se consideran **Rh positivas** (Rh+), y ausente en el resto, que se catalogan como **Rh negativas** (Rh–). Si se transfundiera sangre de una persona Rh+ a una Rh–, se generarían en ésta anticuerpos anti-Rh que, ante una nueva transfusión de tales características, destruirían los glóbulos rojos recibidos. Por tanto, se pueden realizar transfusiones Rh– a receptores Rh+, pero no a la inversa.



En casos de incompatibilidad sanguínea madre-hijo (madre Rh negativo y bebé Rh positivo) se debe administrar adecuadamente la inmunoglobulina anti-Rh a la embarazada para prevenir la enfermedad hemolítica del recién nacido.

El factor Rh se llama así porque también está presente en los monos especie *Macacus rhesus*, en los cuales se identificó antes que en los seres humanos.

COMPATIBILIDAD TRANSFUSIONAL FACTOR Rh

		Donante	
	Factor Rh	Rh+	Rh–
Receptor	Rh+	compatible	compatible
	Rh–	incompatible	compatible



Coágulo sanguíneo visto al microscopio.

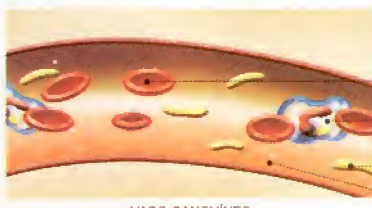
LA HEMOFILIA

Es una alteración de la coagulación de la sangre causada por un defecto genético. Provoca ausencia o disminución de algunos de los factores de la coagulación; su grado de alteración determina unas consecuencias más o menos graves para quien la padece. Se transmite de padres a hijos, por lo que es una anomalía hereditaria ligada al sexo, al cromosoma X. La sufre casi en exclusiva el sexo masculino y la transmite la mujer.

FUNCIÓN DE LAS PLAQUETAS: LA COAGULACIÓN

Las plaquetas, los corpúsculos más pequeños de la sangre, participan activamente en el **mecanismo de coagulación** destinado a la detención de las **hemorragias** provocadas por heridas en los vasos circulatorios y cuya finalidad es evitar la **pérdida de sangre**. La coagulación es un proceso muy complejo en el que, además de las plaquetas, participan una serie de sustancias presentes en el plasma denominadas **factores de la coagulación**. Cuando se desgarra un vaso, las plaquetas se apelotonan en la brecha y liberan uno de tales factores de la coagulación, que provoca una activación en cascada de los demás. El objetivo final de esas reacciones consiste en transformar una sustancia disuelta en el plasma, el **fibrinógeno**, en otra sólida, la **fibrina**, que se adhiere a las plaquetas y otros elementos sanguíneos formando un coágulo sólido que sella la rotura.

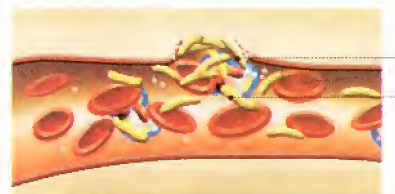
MECANISMO DE LA COAGULACIÓN



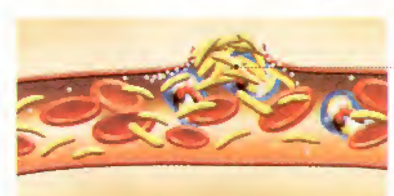
VASO SANGUÍNEO



SE PRODUCE LA HERIDA



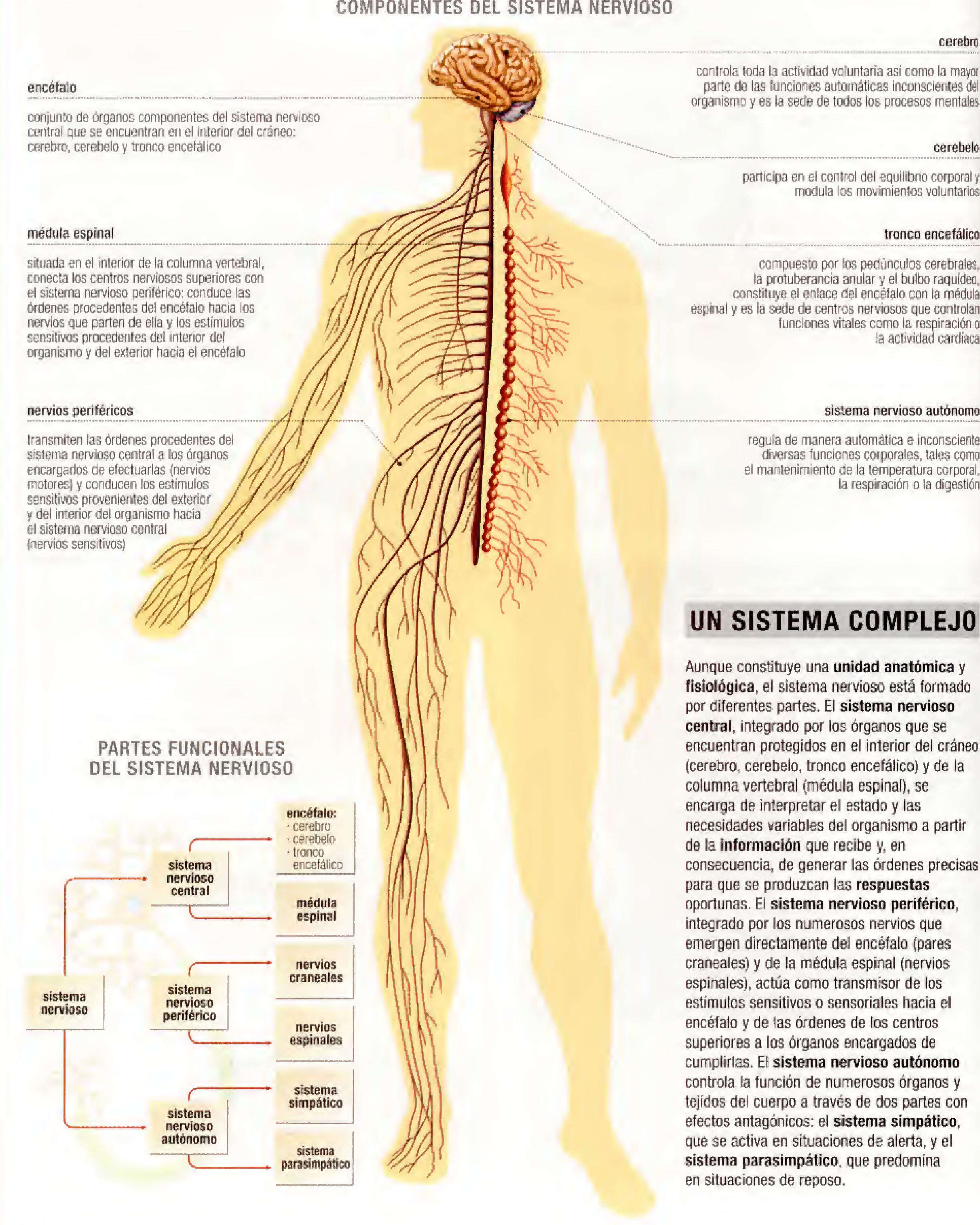
EL FIBRINÓGENO SE CONVIERTE EN FIBRINA



SE FORMA EL COÁGULO

EL SISTEMA NERVIOSO

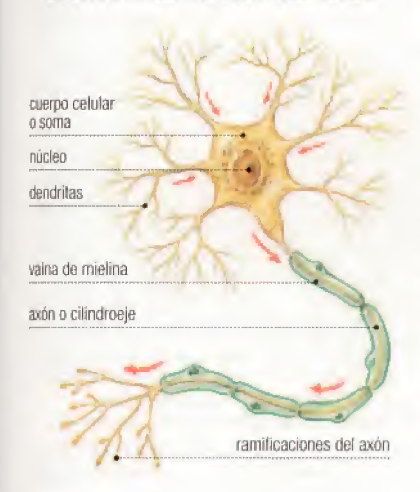
El sistema nervioso **regula** todo el funcionamiento del organismo, es responsable tanto de nuestras **acciones voluntarias conscientes** como de la actividad automática inconsciente de las múltiples vísceras corporales y, por si fuera poco, se encarga de las **relaciones** con el medio exterior y constituye la sede de las **actividades intelectuales**: controla por completo nuestra vida.



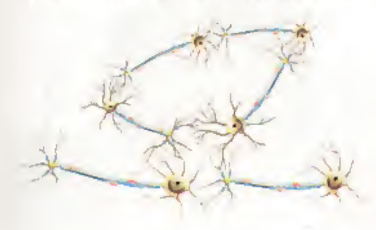
UN SISTEMA COMPLEJO

Aunque constituye una **unidad anatómica** y **fisiológica**, el sistema nervioso está formado por diferentes partes. El **sistema nervioso central**, integrado por los órganos que se encuentran protegidos en el interior del cráneo (cerebro, cerebelo, tronco encefálico) y de la columna vertebral (médula espinal), se encarga de interpretar el estado y las necesidades variables del organismo a partir de la **información** que recibe y, en consecuencia, de generar las órdenes precisas para que se produzcan las **respuestas** oportunas. El **sistema nervioso periférico**, integrado por los numerosos nervios que emergen directamente del encéfalo (pares craneales) y de la médula espinal (nervios espinales), actúa como transmisor de los estímulos sensitivos o sensoriales hacia el encéfalo y de las órdenes de los centros superiores a los órganos encargados de cumplirlas. El **sistema nervioso autónomo** controla la función de numerosos órganos y tejidos del cuerpo a través de dos partes con efectos antagónicos: el **sistema simpático**, que se activa en situaciones de alerta, y el **sistema parasimpático**, que predomina en situaciones de reposo.

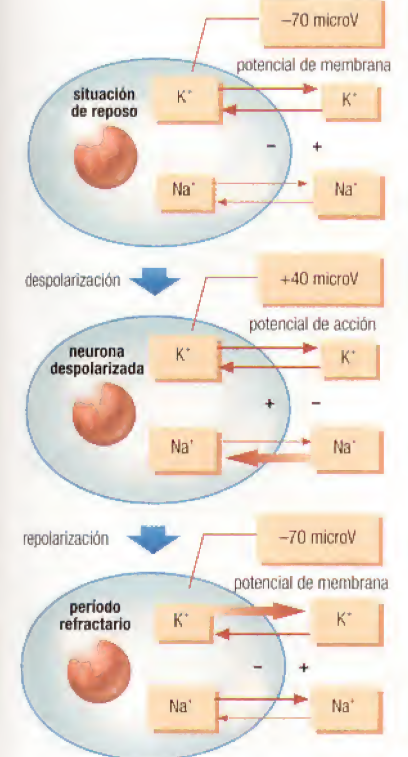
ESTRUCTURA DE UNA NEURONA



RELACIONES DE LAS NEURONAS



GENERACIÓN DEL IMPULSO NERVIOSO



TEJIDO NERVIOSO

Todos los componentes del sistema nervioso, desde el sofisticado cerebro hasta el más sencillo nervio, están formados por unas células especializadas, las **neuronas**, que constituyen una **intrincada red** y están íntimamente relacionadas entre sí, pues de sus interconexiones depende el funcionamiento del sistema. Las células nerviosas son de diverso aspecto y tamaño, pero todas tienen un **cuerpo celular** o **soma** del cual parten unas peculiares prolongaciones encargadas de recibir y transmitir impulsos nerviosos desde y hacia otras neuronas: las **dendritas**, unas ramificaciones arborescentes y cortas que reciben los estímulos procedentes de otras células nerviosas, y el **axón** o **cilindroeje**, una prolongación única y de longitud variable que acaba en minúsculas ramificaciones y es responsable de transmitir los impulsos a otras células nerviosas.



El sistema nervioso del ser humano está formado por más de 100.000 millones de neuronas.

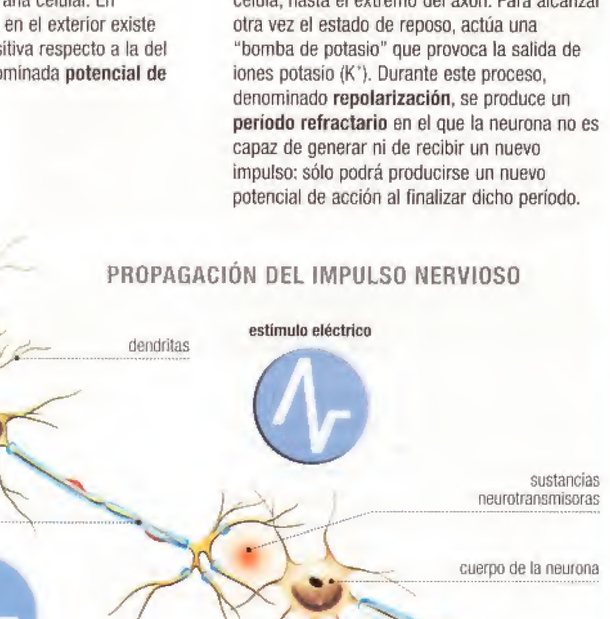
Las neuronas son las únicas células del organismo que no se multiplican durante toda la vida.



EL IMPULSO NERVIOSO

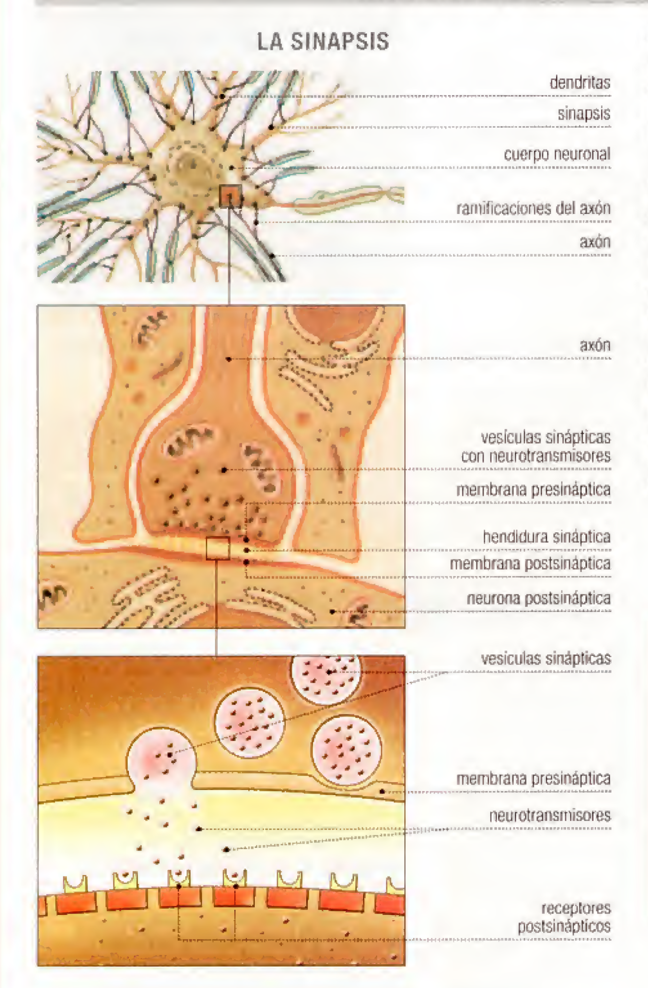
Las neuronas se comunican mediante señales transmitidas por un complejo mecanismo fisicoquímico en forma de impulsos nerviosos. Ante ciertos estímulos, se producen en la neurona unos cambios bioquímicos que desencadenan una señal eléctrica que recorre la célula a lo largo del axón, en cuyo extremo se establece la comunicación con las neuronas adyacentes. En toda neurona siempre hay una diferencia de carga eléctrica entre el interior y el exterior de la membrana celular. En condiciones de reposo, en el exterior existe una carga eléctrica positiva respecto a la del interior, diferencia denominada **potencial de membrana** que se mantiene gracias a una "bomba de sodio", que provoca la salida de iones sodio (Na^+) al exterior de la célula. Si un estímulo provoca un brusco aumento de la permeabilidad de la membrana celular al sodio, se produce un aumento de la carga positiva en el interior y se produce una **despolarización**. Si el estímulo alcanza cierto umbral, se desencadena un **potencial de acción** y la corriente se propaga a lo largo de toda la célula, hasta el extremo del axón. Para alcanzar otra vez el estado de reposo, actúa una "bomba de potasio" que provoca la salida de iones potasio (K^+). Durante este proceso, denominado **repolarización**, se produce un **período refractario** en el que la neurona no es capaz de generar ni de recibir un nuevo impulso: sólo podrá producirse un nuevo potencial de acción al finalizar dicho período.

PROPAGACIÓN DEL IMPULSO NERVIOSO



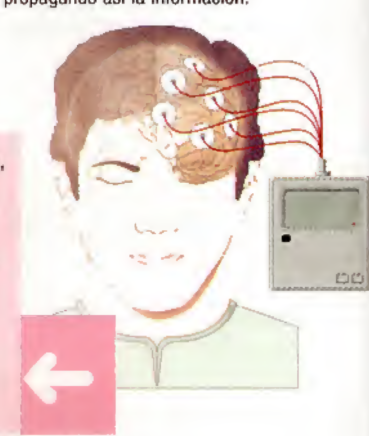
TRANSMISIÓN DEL IMPULSO NERVIOSO

LA SINAPSIS



El impulso nervioso no se transmite a las neuronas adyacentes por contacto directo sino a través de una conexión especial denominada **sinapsis**. Las ramificaciones del axón terminan muy próximas a las neuronas adyacentes, pero siempre separadas por un estrecho espacio, la **hendidura sináptica**. El impulso nervioso atraviesa ese espacio mediante unas sustancias químicas denominadas **neurotransmisores**. Cada neurona elabora un neurotransmisor específico, que se almacena en unas **vesículas sinápticas** acumuladas en las ramificaciones del axón. Ante la llegada de un impulso eléctrico al extremo del axón, estas vesículas liberan su contenido a la hendidura sináptica. Al atravesar este espacio, el neurotransmisor se combina con unos **receptores** presentes en la superficie de las neuronas adyacentes y ello genera unos cambios bioquímicos en su membrana cuyos efectos dependen del tipo de neurotransmisor: puede desencadenar un potencial eléctrico (sinapsis excitadora) o, por el contrario, reducir su excitabilidad (sinapsis inhibidora). Si los estímulos desencadenan un potencial de acción, se generará una señal eléctrica que recorrerá la célula hasta el extremo del axón y provocará la liberación de su neurotransmisor en las correspondientes sinapsis, propagando así la información.

Las corrientes eléctricas, que constituyen los impulsos nerviosos, son muy débiles pero así y todo pueden detectarse en la superficie del cuerpo: por ejemplo, puede registrarse la actividad cerebral realizando un electroencefalograma.



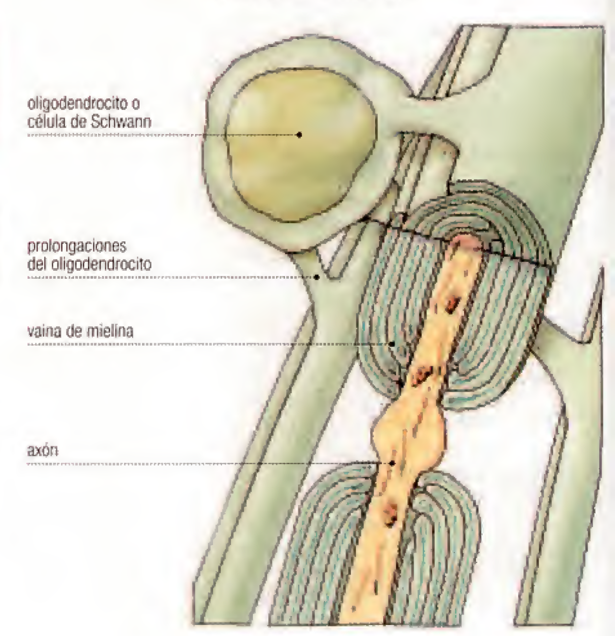
Cada neurona establece sinapsis con numerosas neuronas cercanas, a veces con varios miles, y su actividad depende de la suma de todos los estímulos excitadores e inhibidores que recibe en cada momento.



SUSTANCIA GRIS, SUSTANCIA BLANCA

En la mayor parte de las neuronas, el axón está recubierto por una **envoltura** formada por una serie de capas concéntricas de una **sustancia grasa blanquecina** con propiedades aislantes y muy importante para la correcta transmisión de los impulsos nerviosos, llamada **vaina de mielina**, que es elaborada por unas células especiales, los **oligodendrocitos** o **células de Schwann**. En los órganos del sistema nervioso central hay zonas compuestas básicamente por cuerpos neuronales mientras que otras contienen sobre todo haces de fibras nerviosas correspondientes a las prolongaciones celulares, los axones. En el primer caso, se habla de "**sustancia gris**", porque éste es el color predominante de los cuerpos neuronales. En cambio, los acúmulos de fibras nerviosas, rodeadas cada una por una vaina de mielina de color blanquecino, constituyen la denominada "**sustancia blanca**".

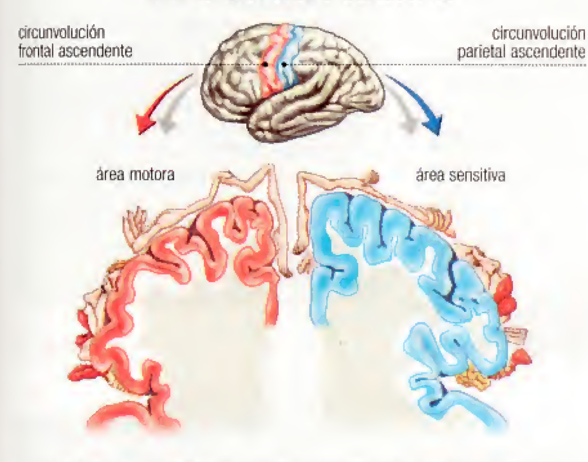
VAINA DE MIELINA



SISTEMA NERVIOSO CENTRAL: UN ORDENADOR GIGANTE

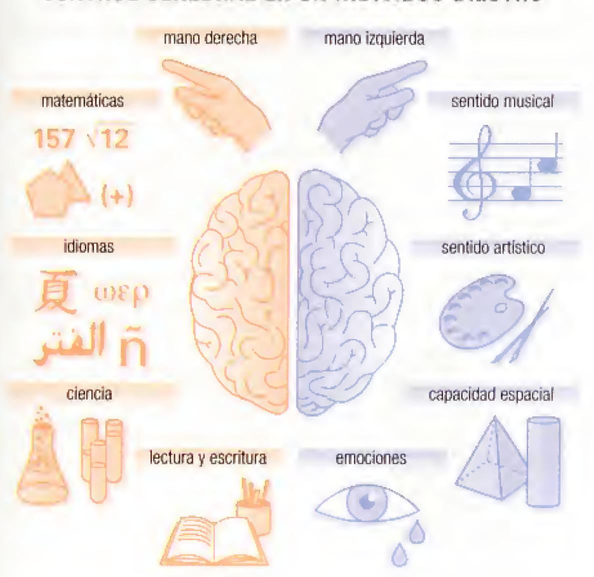
Hay quienes comparan el sistema nervioso central con un **potente ordenador** y, aunque en realidad el símil no es exacto, porque es mucho más complejo que la más compleja computadora, lo cierto es que, al igual que un ordenador, **procesa** y elabora infinidad de **datos** procedentes de diversos canales. De hecho, cuenta con una **unidad central** que trata todos esos datos, almacena algunos y envía las oportunas respuestas a los diversos órganos según la conveniencia o necesidad de cada situación: la unidad central corresponde al cerebro, que envía y recibe datos a través del tronco encefálico y dos estaciones intermedias, el cerebelo y la médula espinal, siendo los nervios periféricos algo así como los "cables" encargados de conducir los mensajes desde y hacia los órganos correspondientes.

ÁREAS MOTORA Y SENSITIVA

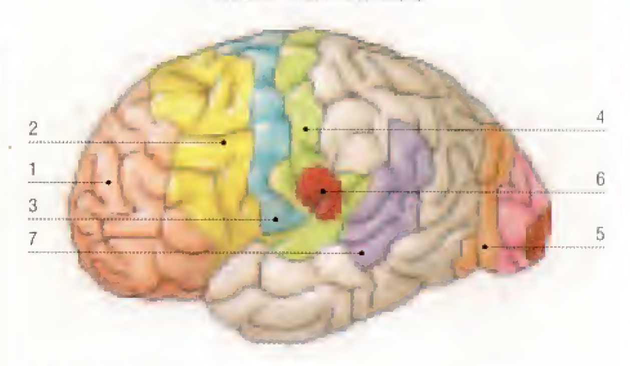


En las áreas motora y sensitiva de la corteza cerebral hay tal correlación entre cada sector y la parte del cuerpo correspondiente que podría representarse en ellas una figura humana, aunque grotesca, pues ello depende de las partes del cuerpo que requieren un control motor más preciso o de las cuales se reciben más cantidad de estímulos sensitivos.

CONTROL CEREBRAL EN UN INDIVIDUO DIESTRO



ÁREAS CEREBRALES

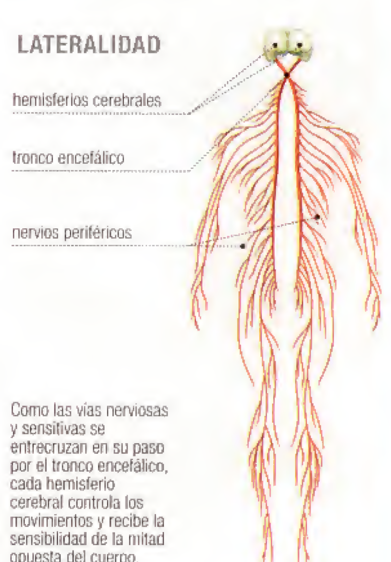


1. área frontal: funciones mentales superiores
2. área premotora: control de los movimientos de la cabeza y los ojos
3. área motora: control de los movimientos voluntarios
4. área sensitiva: percepción e interpretación de las sensaciones del cuerpo
5. área visual
6. área auditiva
7. área del lenguaje

FUNCIONES DEL CEREBRO

El cerebro controla todas las funciones básicas del organismo: en la **corteza cerebral**, la delgada capa de sustancia gris que constituye la superficie externa del órgano, formada por **miles de millones de neuronas**, se hacen conscientes las sensaciones, se genera toda la actividad voluntaria y se procesan las **funciones mentales superiores** como el pensamiento, la inteligencia, la memoria o el lenguaje. Numerosas interconexiones entre diferentes zonas de la corteza cerebral y los **núcleos nerviosos** situados en el interior del órgano permiten, por mecanismos aún no bien conocidos, que se realicen tantas y tan diversas funciones. Cabe destacar que, aunque todavía queda mucho por averiguar acerca de la fisiología del cerebro, ya se han podido localizar con bastante exactitud las áreas de la corteza cerebral responsables de distintas funciones. Por ejemplo, se sabe que los movimientos voluntarios se originan en el **área motora** localizada en la circunvolución frontal ascendente y que los estímulos sensitivos se hacen conscientes en el **área sensitiva** localizada en la circunvolución parietal ascendente.

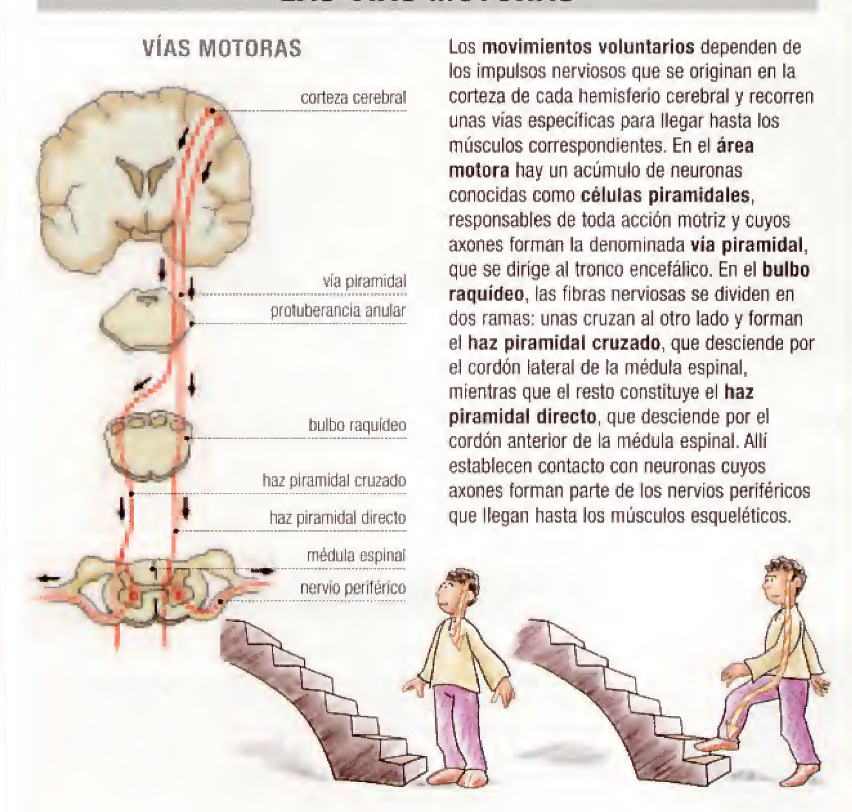
LATERALIDAD



Cada hemisferio cerebral, además de controlar la motricidad y la sensibilidad del lado opuesto del cuerpo, alberga zonas especializadas en funciones mentales concretas. Por ejemplo, en un individuo diestro, el hemisferio derecho es la sede de los sentidos musical y artístico, de la capacidad espacial y de las emociones, mientras que el hemisferio izquierdo rige el lenguaje, la lógica y la capacidad analítica.

Como las vías nerviosas y sensitivas se entrecruzan en su paso por el tronco encefálico, cada hemisferio cerebral controla los movimientos y recibe la sensibilidad de la mitad opuesta del cuerpo.

LAS VÍAS MOTORAS

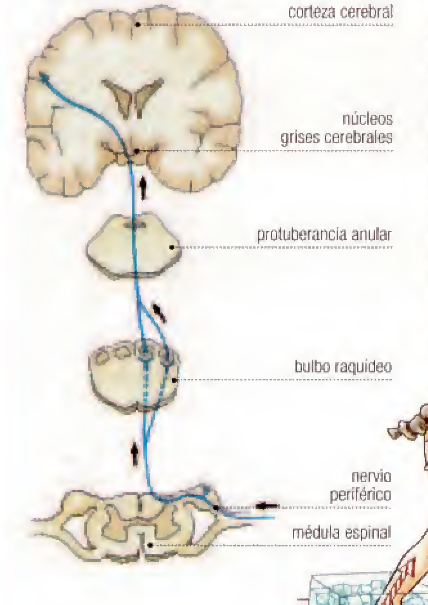


Los **movimientos voluntarios** dependen de los impulsos nerviosos que se originan en la corteza de cada hemisferio cerebral y recorren unas vías específicas para llegar hasta los músculos correspondientes. En el **área motora** hay un acúmulo de neuronas conocidas como **células piramidales**, responsables de toda acción motriz y cuyos axones forman la denominada **vía piramidal**, que se dirige al tronco encefálico. En el **bulbo raquídeo**, las fibras nerviosas se dividen en dos ramas: unas cruzan al otro lado y forman el **haz piramidal cruzado**, que desciende por el cordón lateral de la médula espinal, mientras que el resto constituye el **haz piramidal directo**, que desciende por el cordón anterior de la médula espinal. Allí establecen contacto con neuronas cuyos axones forman parte de los nervios periféricos que llegan hasta los músculos esqueléticos.

MÉDULA ESPINAL, ESTACIÓN DE ENLACE

La médula espinal es una **prolongación del encéfalo**, un largo cilindro contenido en el interior de la columna vertebral y del cual emergen los nervios periféricos. En realidad, constituye una auténtica **vía de comunicación** entre el cerebro y otras estructuras encefálicas con el sistema nervioso periférico. En una sección transversal, puede observarse que tiene una parte central en forma de mariposa constituida por **sustancia gris**, que contiene los cuerpos de multitud de neuronas, rodeada por una zona de **sustancia blanca**, formada por **haces de fibras nerviosas** que recorren toda la médula espinal: algunas **llevan información sensitiva** desde la periferia hasta el encéfalo y otras **transportan impulsos motores** en dirección inversa. Todas estas fibras tienen una **ordenación específica**, agrupadas en diversos **fascículos** o **cordones**: los que transportan información motora, situados en la parte anterior, y los que llevan distintos tipos de información sensitiva a diferentes estructuras superiores, en la parte posterior.

LAS VÍAS SENSITIVAS



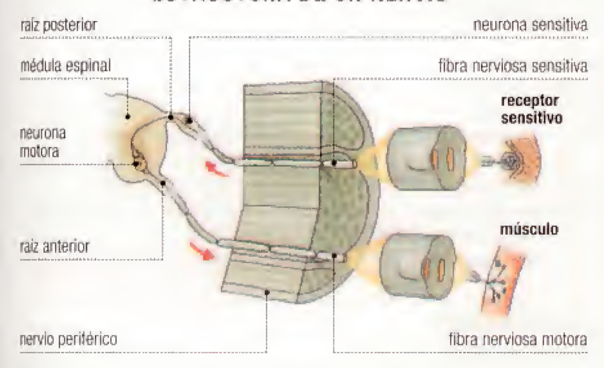
Los **estímulos sensitivos**, tanto los procedentes del exterior (táctiles, dolorosos, térmicos, etc.) como del interior del organismo (musculares, tendinosos, articulares, etc.), son detectados por **receptores** especiales que desencadenan impulsos nerviosos cuyo destino es el sistema nervioso central. Estos impulsos viajan por las fibras de nervios sensitivos, penetran en la médula espinal y siguen un **recorrido ascendente** por cordones específicos según sea el tipo de sensibilidad que transmiten hasta alcanzar diversas estructuras encefálicas. Así, después de distintas escalas, llegan finalmente a la **circunvolución parietal ascendente** de la corteza cerebral, donde las sensaciones se hacen conscientes.



FUNCIÓN DE LOS NERVIOS

Un nervio está formado por **haces de fibras nerviosas**, es decir, axones de diversas neuronas, rodeados por una envoltura de tejido conjuntivo. Estas fibras, y por tanto los nervios, tienen una misión específica: se encargan de **transmitir impulsos nerviosos** de una parte del organismo a otra y comunican así el sistema nervioso central con todo el cuerpo. Los impulsos nerviosos transmitidos por los nervios corresponden a señales de distinta naturaleza: **sensoriales o sensitivas**, cuando conducen impulsos procedentes de los órganos de los sentidos o de receptores localizados en el interior del organismo hacia el sistema nervioso central, o bien **motoras**, cuando conducen órdenes desde el sistema nervioso central hasta los órganos encargados de cumplirlas, como músculos o glándulas. Hay nervios que son sólo sensoriales, sensitivos o motores, pero muchos son **nervios mixtos** y contienen tanto fibras que conducen señales sensitivas como fibras que propagan señales motoras.

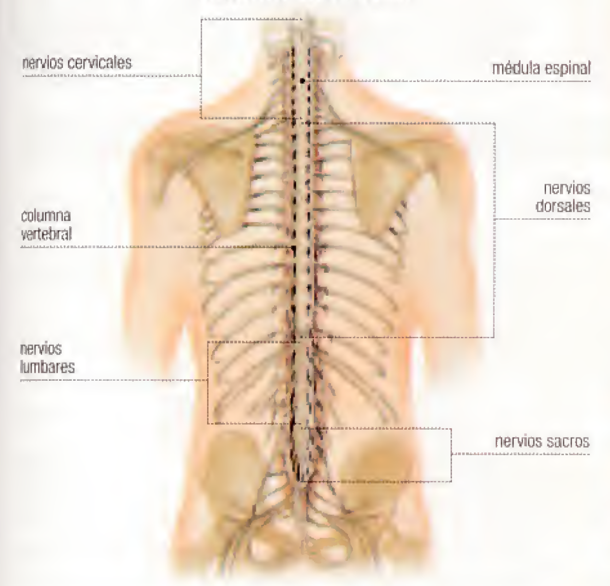
ESTRUCTURA DE UN NERVIO



LOS NERVIOS ESPINALES

De la médula espinal emergen treinta y un pares de **nervios espinales** o **raquídeos** que atraviesan los orificios intervertebrales de la columna y posteriormente se ramifican, dando así origen a todos los nervios que llegan a todos los rincones del organismo: a la piel, a los músculos, a las vísceras internas, a las glándulas, etc. Se trata de **nervios mixtos**, pues contienen tanto fibras sensitivas, que recogen estímulos sensitivos para conducirlos hacia la médula espinal, como fibras motoras, que conducen órdenes procedentes del sistema nervioso central a los órganos efectores.

NERVIOS ESPINALES



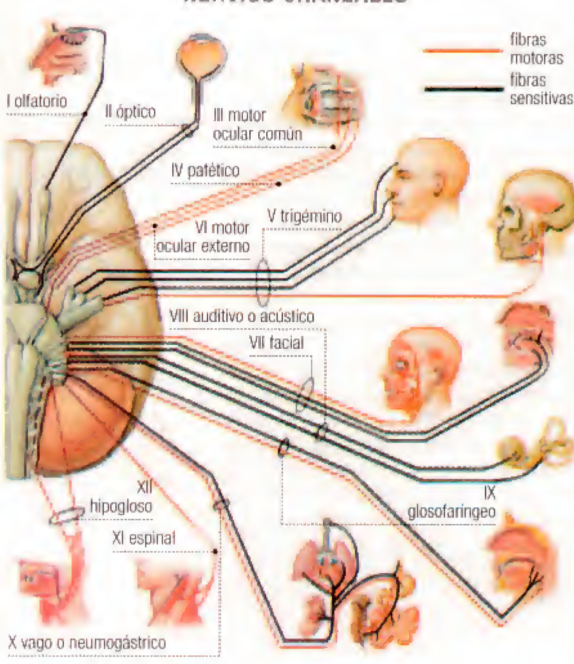
LOS NERVIOS CRANEALES

Hay doce nervios que tienen su núcleo de origen o de destino en el encéfalo y que emergen directamente del cerebro o del tronco encefálico: como surgen a cada lado del encéfalo se denominan **pares craneales** y, aunque cada uno tiene su nombre propio, se designan con números romanos del I al XII. Estos nervios son muy importantes, puesto que algunos, como el nervio óptico o el auditivo, recogen estímulos sensoriales, mientras que otros controlan los movimientos de los ojos o bien participan en la regulación automática de las funciones digestiva, cardíaca y respiratoria.

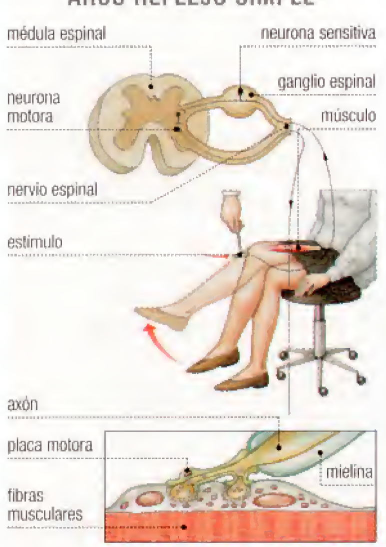
FUNCIÓN DE LOS NERVIOS CRANEALES

Nervios	Nombre	Función
par I	olfatorio	conduce las sensaciones olfativas desde las fosas nasales hasta el cerebro
par II	óptico	conduce las sensaciones visuales desde la retina del ojo hasta el cerebro
par III	motor ocular común	participa en el control de los movimientos de los ojos
par IV	patético	participa en el control de los movimientos de los ojos
par V	trigémino	recoge la sensibilidad de la cara y participa en el control de la masticación
par VI	motor ocular externo	participa en el control de los movimientos de los ojos
par VII	facial	controla los movimientos de los músculos de la cara y conduce sensaciones gustativas de la lengua al cerebro
par VIII	auditivo o acústico	conduce las sensaciones auditivas y estímulos que permiten controlar el equilibrio del oído interno al cerebro
par IX	glosofaríngeo	controla los movimientos de los músculos de la faringe y conduce sensaciones gustativas de la lengua al cerebro
par X	vago o neumogástrico	controla los movimientos de la faringe y la laringe y participa en la regulación de órganos del cuello, el tórax (corazón, respiración) y el abdomen (aparato digestivo)
par XI	espinal	movimientos de músculos del cuello, el hombro y la laringe
par XII	hipogloso	movimientos de la lengua

NERVIOS CRANEALES



LOS ACTOS REFLEJOS

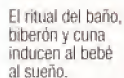


A diferencia de las acciones voluntarias, controladas por el cerebro, hay actos que se producen de **forma automática**, sin que pretendamos hacerlos: por ejemplo, cuando nos pinchamos un dedo y retiramos de inmediato la mano. Estos actos, en los que no interviene el cerebro, se desarrollan a través de un circuito denominado **acto reflejo**, en el que participan sólo los nervios y la médula espinal.

En los casos más simples, como el del ejemplo, el estímulo captado por los receptores de la piel al pincharnos el dedo viaja por una **neurona sensitiva** hasta la médula espinal y allí desencadena un estímulo en una **neurona motora** que conduce el impulso hasta los músculos de la mano, que se aparta de la fuente de dolor.

REFLEJOS CONDICIONADOS

A diferencia de los reflejos simples o primitivos, que son heredados y muchos son evidentes ya desde el nacimiento, hay otros que se van aprendiendo a lo largo de la vida y precisan una cierta participación de la corteza cerebral: los reflejos condicionados, descritos a finales del siglo XIX por el fisiólogo ruso Ivan Petrovich Paulov. Él observó que si tocaba una campana cada vez que iba a dar de comer a su perro, éste comenzaba a segregar saliva al oírla: su aparato digestivo se preparaba para recibir alimento al percibir un estímulo que anunciaba la presencia de comida. Este tipo de respuestas, aunque con mecanismos más complejos, se repiten con mucha frecuencia durante nuestra vida y son de gran importancia en los procesos de aprendizaje.



El ritual del baño, biberón y cuna inducen al bebé al sueño.



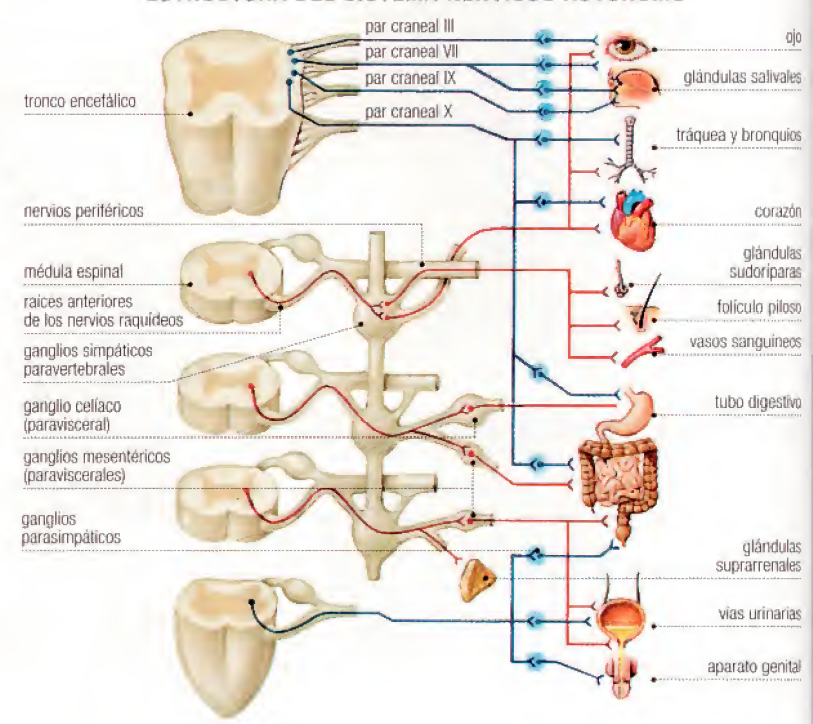




EL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

El **sistema nervioso autónomo** o **vegetativo** tiene la misión de controlar de forma automática e inconsciente, es decir, sin que dependa de la voluntad y sin que lo advirtamos, el funcionamiento de las vísceras internas de nuestro cuerpo, de las glándulas, de los vasos sanguíneos y de otros órganos para que respondan adecuadamente según las necesidades de cada momento. Está compuesto por diversos **núcleos nerviosos** del encéfalo que envían sus mensajes a través de algunos pares craneales y de fibras que salen de la médula espinal con los nervios raquídeos y forman unos **ganglios** situados junto a la columna vertebral o cerca de las vísceras que controlan. Hay dos partes del sistema nervioso autónomo bien diferenciadas y complementarias, pues tienen funciones contrapuestas, acciones antagónicas que permiten mantener un delicado equilibrio en la adaptación del organismo a las variadas situaciones con las que nos enfrentamos en la vida cotidiana: el **sistema nervioso simpático**, que se activa en situaciones de alerta, y el **sistema nervioso parasimpático**, que predomina en situaciones de relajación y descanso.

ESTRUCTURA DEL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO



predominio del sistema nervioso simpático

predominio del sistema nervioso parasimpático

El sistema nervioso simpático se activa en situaciones de alerta y nos prepara para la acción o para la huida, mientras que el sistema nervioso parasimpático se impone en momentos de relajación y tranquilidad.

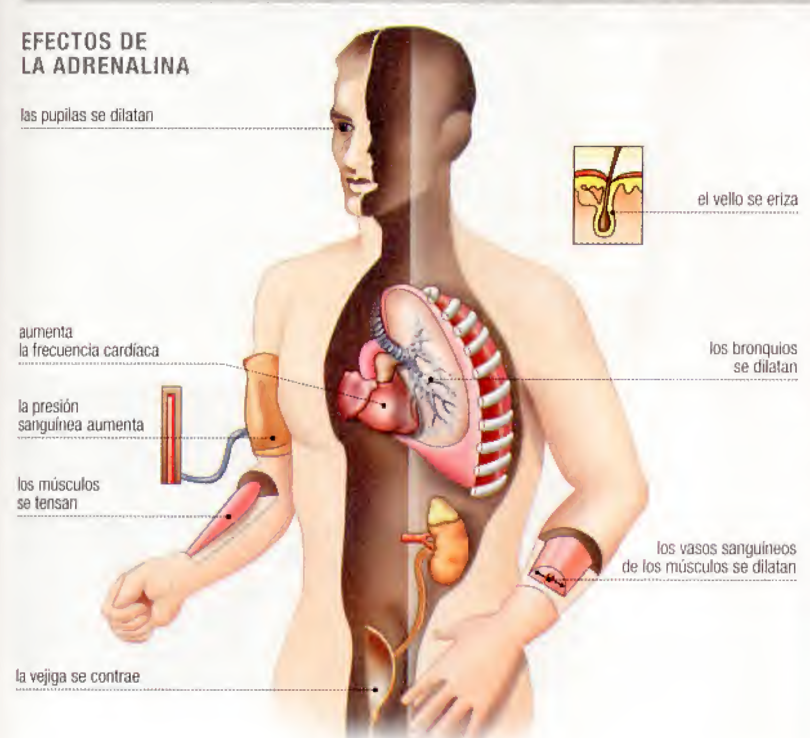
ACCIONES DEL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO
dilata las pupilas
inhibe la salivación
dilata los bronquios
acelera la frecuencia cardíaca
inhibe la secreción de jugo gástrico
inhibe el proceso de la digestión
relaja los músculos de la vejiga urinaria
contrae el recto
tronco encefálico
ganglios nerviosos simpáticos
estimula la secreción de adrenalina y noradrenalina
médula espinal

SISTEMA NERVIOSO PARASIMPÁTICO
contrae las pupilas
estimula la salivación
contrae los bronquios
reduce la frecuencia cardíaca
estimula la secreción de jugo gástrico
acelera el proceso de la digestión
contrae los músculos de la vejiga urinaria
relaja el recto

DESCARGA DE ADRENALINA: REACCIÓN DE ALERTA

EFECTOS DE LA ADRENALINA



Cuando nos enfrentamos a una situación de estrés, a un acontecimiento que nos produce temor o requiere una **respuesta inmediata**, se pone en acción el sistema nervioso simpático, que provoca en pocos segundos numerosas modificaciones en el funcionamiento del organismo para que podamos resolver mejor el problema. Para ello, cuenta con una modalidad de actuación muy especial: ante un peligro, el simpático produce un estímulo sobre las **glándulas suprarrenales** para que liberen a la circulación una hormona llamada **adrenalina**, que llega con la sangre a todo el cuerpo.
En los diversos órganos existen **receptores específicos** para la adrenalina que responden de inmediato a su estímulo: el corazón late más rápido, la sangre circula con más fuerza, los músculos se ponen en tensión...



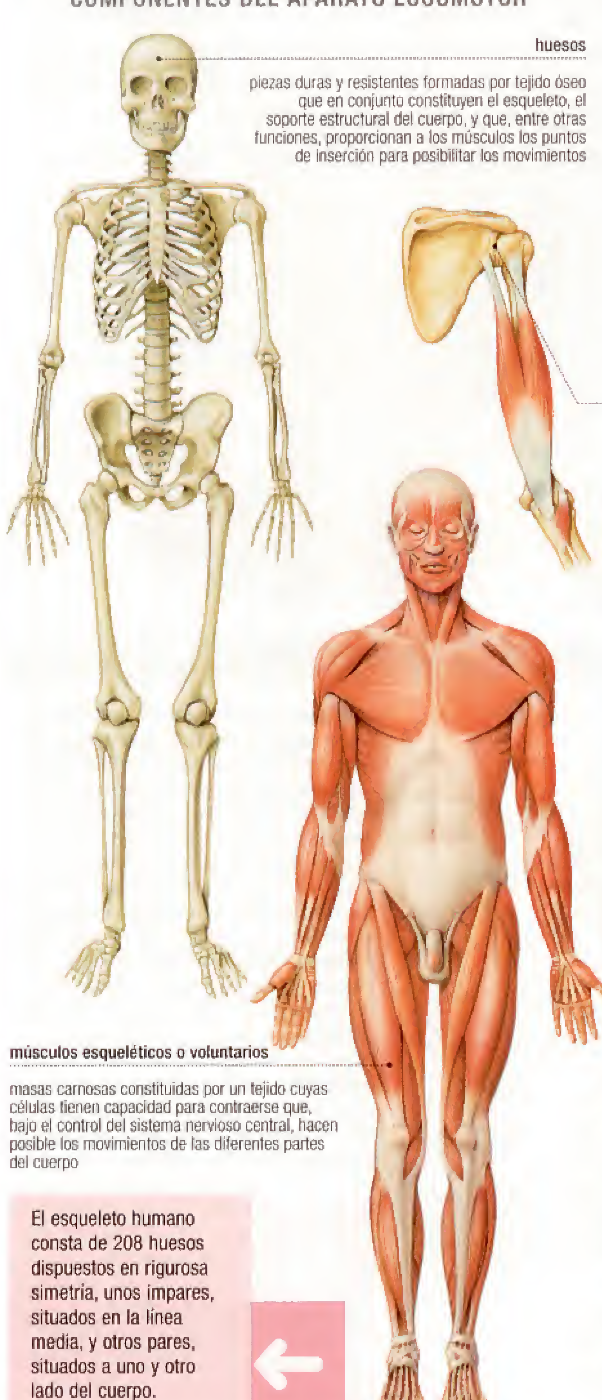
Los reflejos son fundamentales para asegurar la subsistencia del individuo protegiéndolo de las agresiones externas y manteniendo las funciones vitales del organismo.

Introducción
Una máquina perfecta
Piel
Aparato digestivo
Nutrición
Aparato respiratorio
Aparato circulatorio y sangre
Sistema nervioso
Aparato locomotor
Aparato urinario
Sistema endocrino
Sistema inmunológico
Los sentidos
Genética
Sistema reproductor
Evolución del cuerpo humano
Índice alfabético de materias

EL APARATO LOCOMOTOR

El aparato locomotor está integrado por diversas estructuras que funcionan de manera armónica y coordinada para hacer posible la realización de todos los gestos que pretendemos y nuestros desplazamientos: los **huesos**, que constituyen el **armazón del cuerpo**, las **articulaciones**, que permiten los **movimientos** de las distintas partes del cuerpo, y los **músculos**, que imprimen la **fuerza necesaria** para efectuarlos.

COMPONENTES DEL APARATO LOCOMOTOR



El esqueleto humano consta de 208 huesos dispuestos en rigurosa simetría, unos impares, situados en la línea media, y otros pares, situados a uno y otro lado del cuerpo.

SISTEMA DE PALANCAS

Las diversas estructuras integrantes del aparato locomotor funcionan, en cierto modo, como un auténtico sistema de palancas: los huesos, que son los **segmentos rígidos**, corresponden a las palancas propiamente dichas, mientras que las articulaciones representan los **puntos de apoyo** y los músculos se encargan de generar y aplicar las **fuerzas** que producen los movimientos. Así, cuando un músculo se contrae, tracciona los huesos en que está insertado y, según sea la articulación que vincula a éstos, provoca un determinado movimiento. La **acción conjunta** de los diversos músculos esqueléticos, coordinada por el sistema nervioso central, da lugar a todos los **movimientos corporales** que efectuamos voluntariamente y, en definitiva, nos permite la locomoción, desplazarnos de un lugar a otro.

FUNCIONES DE LOS HUESOS

Los huesos que forman el esqueleto tienen como misión más destacada su participación en la locomoción, pero también cumplen otras funciones:

Soporte. El esqueleto sirve de armazón al organismo y es la base a la que están unidos los músculos y tendones.

Protección. Algunos componentes del esqueleto protegen ciertas partes del cuerpo, sobre todo órganos blandos y vulnerables, de los golpes y otras agresiones externas.

Depósito de minerales. La reserva orgánica de minerales como el calcio y el fósforo corresponde principalmente al contenido de los huesos.

Producción de sangre. En la médula ósea situada en el interior de algunos huesos se fabrican las células de la sangre que posteriormente pasan a la circulación: glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.

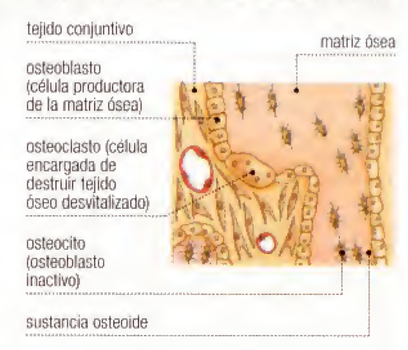


Las posibles fracturas o deformidades de los huesos pueden comprobarse mediante rayos X.

ACTIVIDAD DEL TEJIDO ÓSEO

Los huesos no son, como a veces se piensa, unas piezas inertes, pues están formados por un **tejido vivo** que, aunque no lo parezca, se mantiene en **constante actividad**. El tejido óseo está formado por una **matriz orgánica** integrada por células, fibras colágenas y una **sustancia amorfa** que constituye el entramado sobre el que se depositan los elementos minerales, como el calcio y el fósforo, que proporcionan a los huesos su característica dureza. En este particular tejido se distinguen tres tipos de células especializadas: los **osteoblastos**, encargados de fabricar la **sustancia osteoide** en la cual se depositan los minerales; los **osteocitos**, que en realidad corresponden a osteoblastos inactivos que quedan atrapados en la sustancia osteoide, y los **osteoclastos**, que se dedican a destruir y reabsorber el tejido óseo ya desvitalizado. Gracias a la actividad conjunta y el delicado equilibrio de todas estas células, bajo el control de diversas hormonas, el tejido óseo se va renovando y los huesos se remodelan con el paso del tiempo.

COMPONENTES DEL TEJIDO ÓSEO



ESQUEMA DE UNA SECCIÓN DE HUESO

PROCESO DE OSIFICACIÓN DE UN HUESO LARGO



Los huesos experimentan una renovación constante de todos sus componentes durante toda la vida.

ESTRUCTURA DEL HUESO

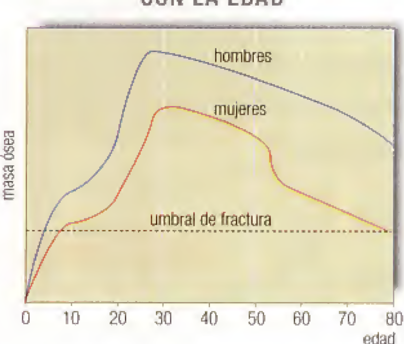
El tejido óseo presenta una **estructura compleja**, pues la sustancia osteoide fabricada por los osteoblastos y sobre la que se depositan los minerales debe disponerse de tal modo que permita el paso de los vasos sanguíneos que llevan al interior del hueso los nutrientes de las células y los materiales de construcción. En la parte externa del hueso, rodeado por una capa de tejido resistente denominado **periostio**, las láminas óseas son **concéntricas**, se disponen alrededor de un **conducto central** por donde pasa un vaso sanguíneo y están atravesadas por múltiples **canalículos** que dejan pasar las ramificaciones del mismo. El conjunto, llamado **sistema de Havers**, donde las láminas óseas están íntimamente adosadas entre sí, prácticamente sin resquicios, forma una masa dura que proporciona resistencia al hueso y se denomina **tejido óseo compacto**. En cambio, en el interior del hueso las láminas óseas se disponen en **trabéculas irregulares** que dejan espacios libres entre sí, lo cual constituye un **tejido óseo esponjoso**, menos denso y de aspecto poroso, que contiene la médula ósea encargada de elaborar los elementos corpusculares de la sangre.

CRECIMIENTO ÓSEO

La **formación de los huesos** comienza en la gestación pero tarda mucho tiempo en completarse. Al principio, el esqueleto está constituido por **tejido cartilaginoso**, que forma un molde flexible y elástico de todos los huesos porque no contiene minerales. Mediante un proceso denominado **osificación**, que pasa por distintas etapas, este tejido es reemplazado progresivamente por tejido óseo mineralizado, más duro y resistente. En dicho proceso aparecen en el espesor del cartílago unos **centros de osificación** desde donde las células óseas activas van formando la matriz orgánica del hueso, que posteriormente se mineraliza. Los primeros núcleos de osificación aparecen ya en la vida intrauterina, pero a lo largo de la infancia aparecen otros nuevos que permiten al hueso crecer en grosor y longitud. En los huesos largos ocurre algo particular, pues en las zonas de unión de la parte central (diáfisis) con los extremos (epífisis) persisten durante toda la infancia unos **cartílagos de crecimiento** a partir de los cuales se produce el alargamiento del hueso y que sólo se osifican en la pubertad, bajo la influencia de las hormonas, lo que determina la detención del desarrollo y la talla definitiva del individuo.

El esqueleto contiene el 99 % del calcio y el 85 % del fósforo del organismo.

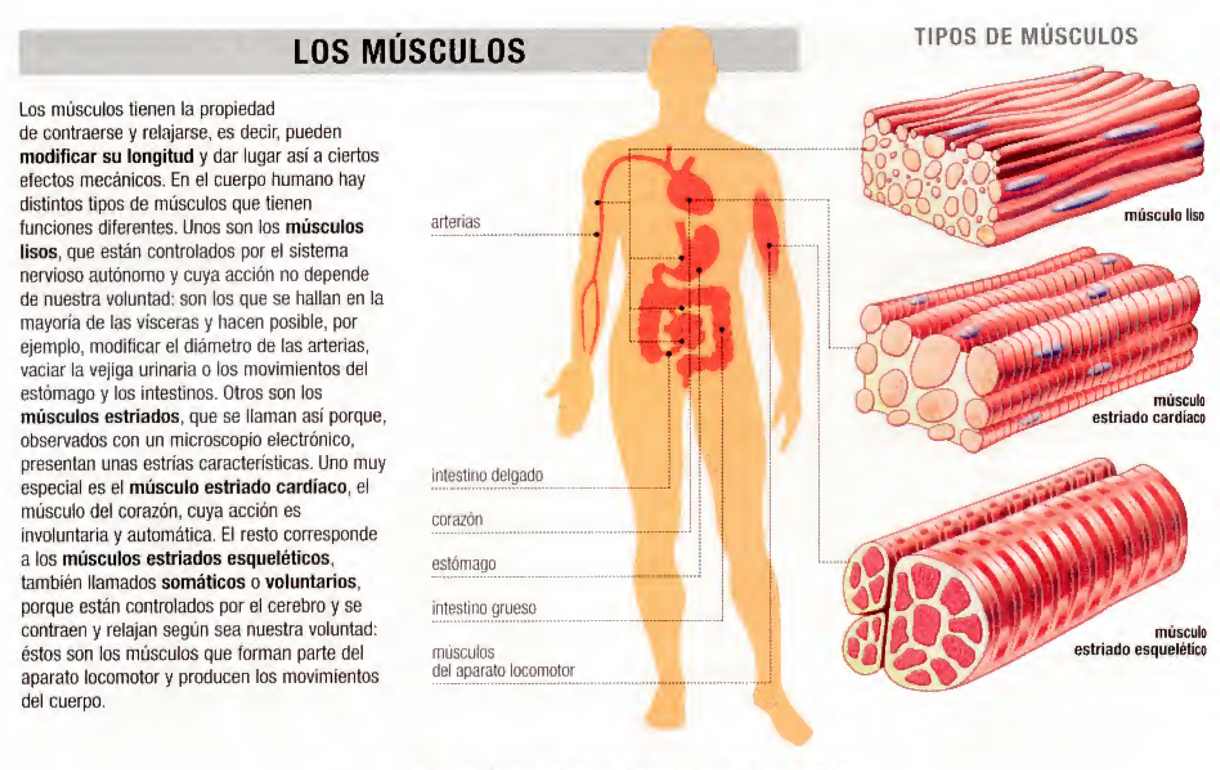
EVOLUCIÓN DE LA MASA ÓSEA CON LA EDAD



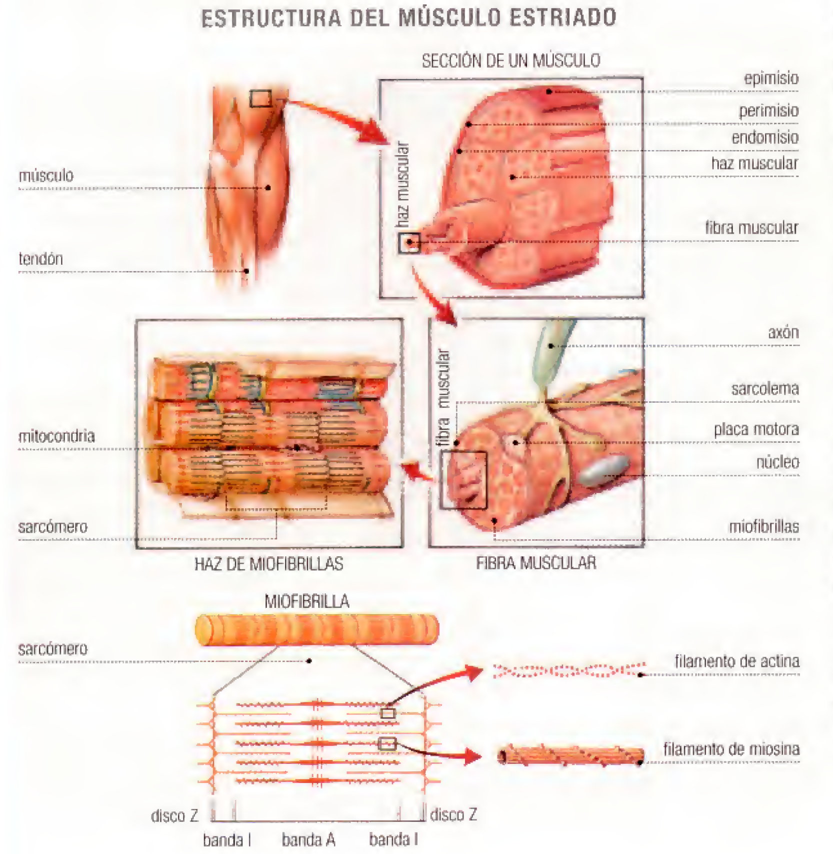
La masa ósea aumenta de manera progresiva durante la infancia y experimenta un notable incremento en la adolescencia. A partir de la tercera década de vida comienza a disminuir, aunque, en condiciones normales, los huesos siguen siendo suficientemente resistentes hasta edades avanzadas.

LOS MÚSCULOS

Los músculos tienen la propiedad de contraerse y relajarse, es decir, pueden **modificar su longitud** y dar lugar así a ciertos efectos mecánicos. En el cuerpo humano hay distintos tipos de músculos que tienen funciones diferentes. Unos son los **músculos lisos**, que están controlados por el sistema nervioso autónomo y cuya acción no depende de nuestra voluntad: son los que se hallan en la mayoría de las vísceras y hacen posible, por ejemplo, modificar el diámetro de las arterias, vaciar la vejiga urinaria o los movimientos del estómago y los intestinos. Otros son los **músculos estriados**, que se llaman así porque, observados con un microscopio electrónico, presentan unas estrías características. Uno muy especial es el **músculo estriado cardíaco**, el músculo del corazón, cuya acción es involuntaria y automática. El resto corresponde a los **músculos estriados esqueléticos**, también llamados **somáticos** o **voluntarios**, porque están controlados por el cerebro y se contraen y relajan según sea nuestra voluntad: éstos son los músculos que forman parte del aparato locomotor y producen los movimientos del cuerpo.



LOS MÚSCULOS ESQUELÉTICOS



Los músculos del aparato locomotor están formados básicamente por unas células alargadas que se llaman **fibras musculares** y están agrupadas en **haces** o **fascículos** envueltos por vainas de tejido conjuntivo. Cada fibra muscular contiene centenares o miles de **miofibrillas** muy delgadas que se extienden a lo largo de toda la célula y a las cuales el músculo debe su capacidad de contraerse y relajarse. Estas miofibrillas son las que presentan las características **estrías** que dan su nombre a los músculos estriados, unas estrías transversales de diferente grosor que siguen un patrón bien definido y permiten distinguir las unidades funcionales del músculo, los **sarcómeros**. Cada sarcómero está delimitado a uno y otro lado por una estría oscura denominada **disco Z**, mientras que en su interior consta de una estría ancha de tonalidad más oscura llamada **banda A** y dos estrías más claras y delgadas denominadas **bandas I**. Estas bandas corresponden a la presencia de filamentos de dos tipos de proteínas, la **miosina** y la **actina**, dispuestos longitudinalmente dentro de cada sarcómero. Los **filamentos de miosina**, más gruesos, ocupan la región central y confieren su tonalidad oscura a la banda A, mientras que los **filamentos de actina**, más delgados, se insertan en los discos Z y son los que confieren la tonalidad más clara a las bandas I.

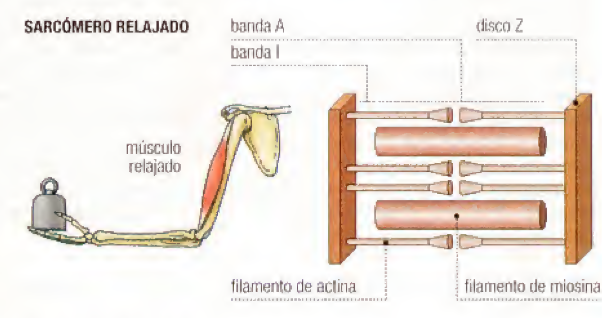
CONTRACCIÓN Y RELAJACIÓN DE LOS MÚSCULOS

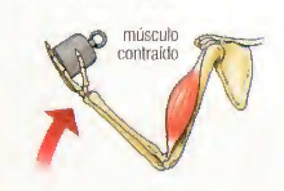
Los músculos se contraen según las órdenes recibidas del sistema nervioso central, puesto que hasta las fibras musculares llegan prolongaciones de neuronas que transmiten los oportunos **impulsos motores** que determinan un acortamiento de los sarcómeros. En cada sarcómero, los filamentos de miosina y los de actina están intercalados y sólo parcialmente enlazados en situación de reposo, cuando el músculo está relajado. Al recibir un estímulo nervioso, se desencadena en la fibra muscular un **potencial de acción** que provoca el **deslizamiento** de los delgados filamentos de actina entre los gruesos filamentos de miosina, haciendo que la distancia entre los discos Z que delimitan los sarcómeros se estreche y provocando así su acortamiento, con la consecuente reducción de la longitud de las miofibrillas y la contracción de las fibras musculares estimuladas. Cuando cesa el estímulo nervioso, los filamentos de actina vuelven a deslizarse en dirección contraria, los sarcómeros se alargan y las fibras musculares recuperan sus dimensiones anteriores, por lo que el músculo se relaja.

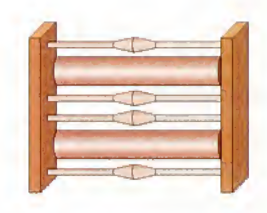


En el cuerpo humano hay unos 640 músculos diferentes, cada uno con una función específica.

MECANISMO DE LA CONTRACCIÓN Y LA RELAJACIÓN MUSCULAR



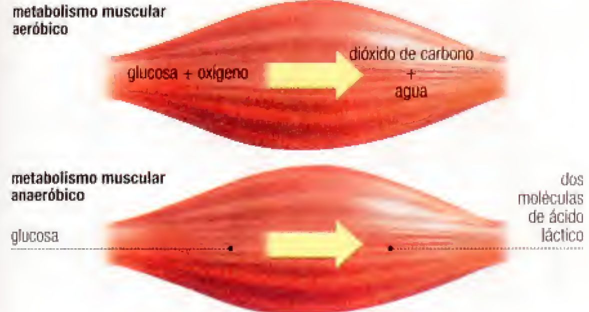




METABOLISMO MUSCULAR

Para poder contraerse, los músculos requieren el oportuno aporte de **energía**. Al igual que el resto de las células del organismo, las fibras musculares obtienen energía a partir de la combustión de glucosa en presencia de oxígeno: es el **metabolismo aeróbico** que, como producto de desecho, origina las moléculas de dióxido de carbono que posteriormente son transportadas por la sangre hasta los pulmones para su eliminación. Pero las células musculares estriadas cuentan con un recurso energético especial que les permite desarrollar una actividad intensa antes de que la sangre pueda suministrar suficiente oxígeno: se trata del **metabolismo anaeróbico**, que origina como residuo moléculas de ácido láctico. Este mecanismo sólo resulta eficaz durante poco tiempo, como máximo durante 20 o 30 segundos, aunque la cantidad de energía que proporciona al músculo es muy elevada. Y es el principal responsable de la fatiga, pues la acumulación de ácido láctico origina intenso cansancio y provoca las típicas "agujetas" que aparecen cuando se realiza un ejercicio desacostumbrado. Para evitarlo, siempre conviene hacer ejercicios de calentamiento antes de realizar una actividad física, a fin de aumentar la circulación sanguínea en los músculos e incrementar así el aporte de oxígeno.

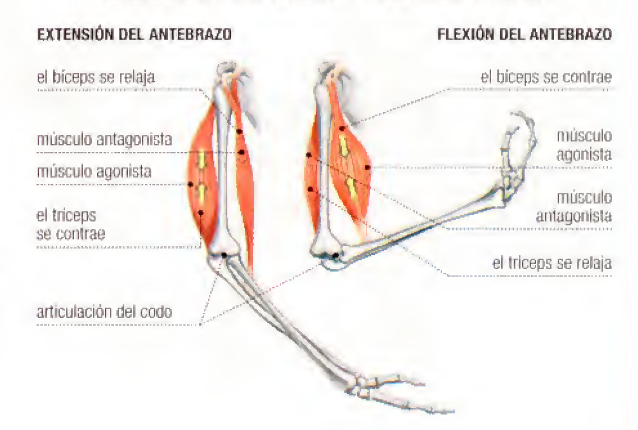
TIPOS DE METABOLISMO MUSCULAR



COORDINACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS

Los músculos están unidos directamente o mediante unas bandas fibrosas denominadas **tendones** a los huesos o a otras estructuras corporales más o menos sólidas, de tal modo que su acción provoca el desplazamiento de una parte del esqueleto. Para que se produzca un movimiento, la acción de diferentes músculos debe estar perfectamente coordinada, pues el efecto depende de la actividad de **grupos musculares** constituidos por músculos de acción contraria: cuando se realiza un movimiento no sólo se requiere la participación de los músculos **agonistas**, que son los más activos e importantes, sino también de los **sinergéticos**, que brindan una ayuda complementaria, y asimismo de los **antagonistas**, que deben relajarse para permitir que dicho movimiento sea posible. Así, por ejemplo, en el caso de la flexión del antebrazo sobre el brazo, es preciso que se contraiga el bíceps y que a la par se relaje el tríceps, mientras que para la extensión del antebrazo tiene que ocurrir exactamente lo contrario: si dos músculos antagonistas se contrayeran a la vez, no se produciría movimiento alguno.

MÚSCULOS AGONISTAS Y ANTAGONISTAS



LAS ARTICULACIONES

Las articulaciones son los **puntos de enlace** entre las diversas partes del esqueleto. Están formadas por las superficies de contacto de dos o más huesos y por una serie de elementos que garantizan dicha relación y le proporcionan estabilidad. En realidad, hay algunas **articulaciones fijas**, llamadas **sinartrosis**, constituidas por la unión sólida de dos o más huesos y cuya principal función consiste en proporcionar protección a los órganos que recubren: es el caso de las articulaciones de los huesos del cráneo, que protegen el encéfalo. También hay algunas **articulaciones semimóviles**, llamadas **anfiartrosis**, en las cuales las superficies óseas que las componen no están vinculadas directamente sino separadas por un fibrocartílago que sólo permite ligeros movimientos: es el caso de las articulaciones de las vértebras de la columna, separadas entre sí por un disco intervertebral. Y por último hay **articulaciones móviles**, llamadas **diartrosis**, que permiten una amplia gama de movimientos: es el caso de las articulaciones del hombro, la cadera o el codo, componentes elementales del aparato locomotor gracias a las cuales podemos mover las diferentes partes del cuerpo.



En el cuerpo humano hay más de 200 articulaciones que permiten los movimientos de las diversas partes del esqueleto.

ESTRUCTURA DE UNA ARTICULACIÓN MÓVIL SIMPLE

ligamentos

bandas fibrosas que proporcionan más estabilidad a la articulación

membrana sinovial

tejido que tapiza interiormente la cápsula articular, encargado de producir el líquido sinovial

cartílago articular

delgada banda de tejido conjuntivo resistente y elástico que tapiza los extremos óseos e impide el roce directo de los huesos en los movimientos para evitar su desgaste

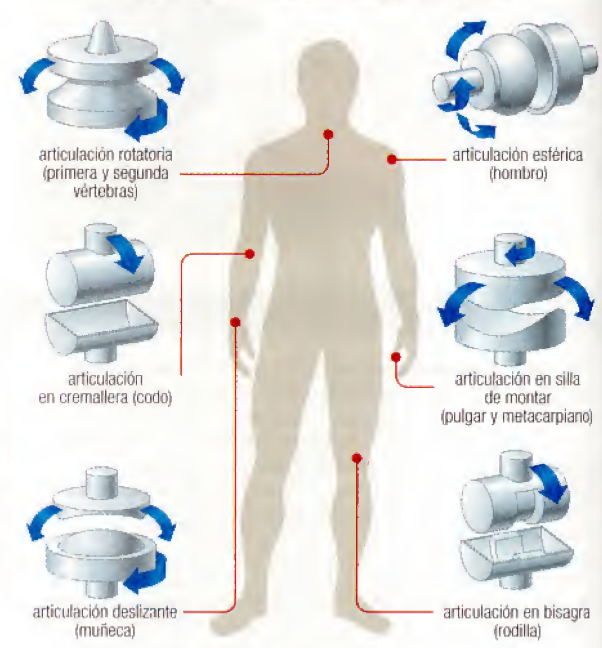
cápsula articular

membrana fibrosa resistente que engloba toda la articulación y se inserta firmemente en los huesos que vincula

líquido sinovial

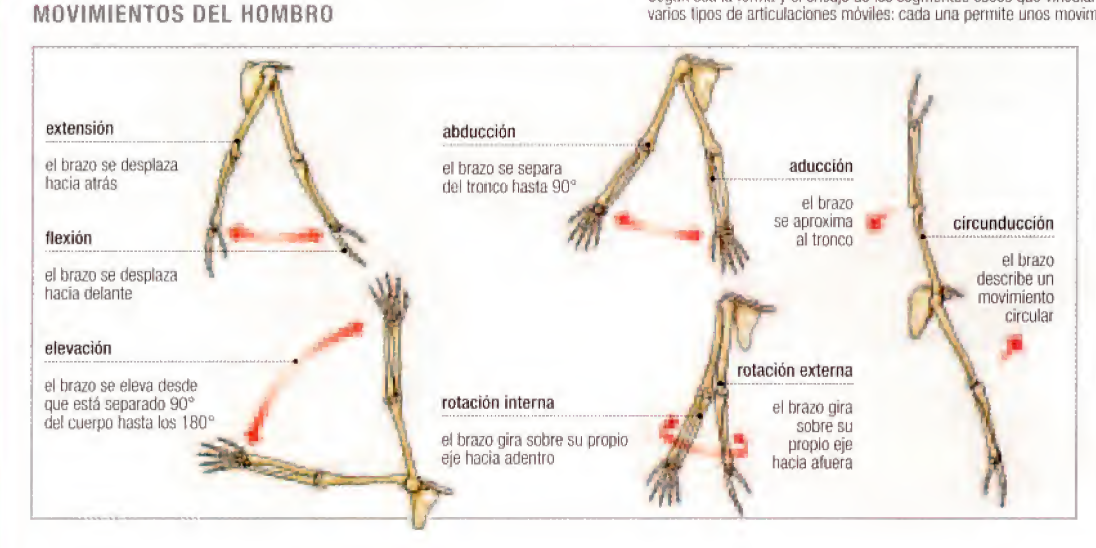
líquido amarillento y viscoso que rellena la articulación, destinado a lubricar las superficies en contacto y proporcionar nutrición a los cartílagos articulares

TIPOS DE ARTICULACIONES MÓVILES

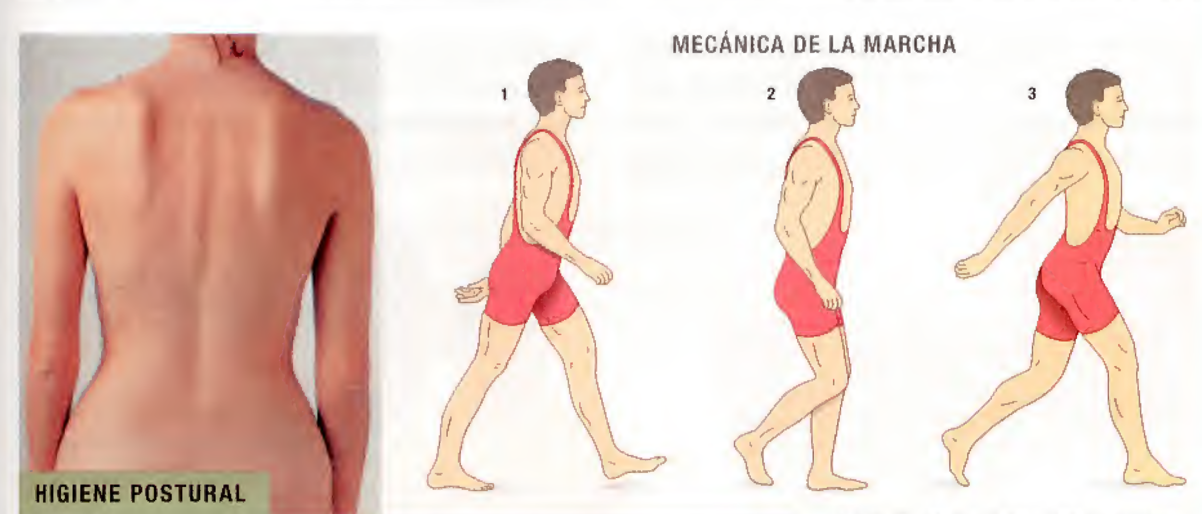


Según sea la forma y el encaje de los segmentos óseos que vinculan, se distinguen varios tipos de articulaciones móviles: cada una permite unos movimientos específicos.

MOVIMIENTOS DEL HOMBRO



El hombro corresponde a la articulación escapulohumeral, la más móvil del cuerpo, pues posibilita una amplia gama de movimientos del brazo, cada uno con un nombre específico.



La columna vertebral es el **eje del esqueleto** y, además de soportar buena parte del peso corporal, suele estar sometida a **múltiples esfuerzos** en la vida cotidiana. Los ligamentos y músculos que vinculan las vértebras proporcionan a la columna cierta estabilidad, pero a veces su trabajo no basta, sobre todo en dos sectores que se ven sometidos a mayores cargas y esfuerzos: la **región cervical**, responsable de todos los movimientos de la cabeza y que muchas veces se mantiene en posturas inadecuadas –por ejemplo al leer o realizar tareas manuales–, y la **región lumbar**, víctima de las mayores exigencias. Numerosas actividades y posturas comportan una **tensión exagerada** sobre una u otra parte de la columna y propician **desviaciones** de la misma o son fuente de **dolores de espalda**. Por eso es preciso tener en cuenta las características de la columna vertebral y ser conscientes de los innumerables perjuicios a los que podemos someterla a lo largo del día, evitando gestos bruscos, actitudes forzadas y todas aquellas posiciones que tienden a redondear la espalda, a hundirla o a torcerla: siempre hay que intentar mantener el torso erguido.

1. El pie izquierdo toca el suelo sobre el talón y luego apoya la planta, acompañado por un balanceo del brazo derecho.
2. Cuando el pie izquierdo está bien apoyado y sostiene el peso del cuerpo, el pie derecho se apoya sobre la punta y se eleva.
3. El pie derecho se desplaza hacia delante, acompañado de un balanceo del brazo izquierdo, hasta apoyarse en el suelo.

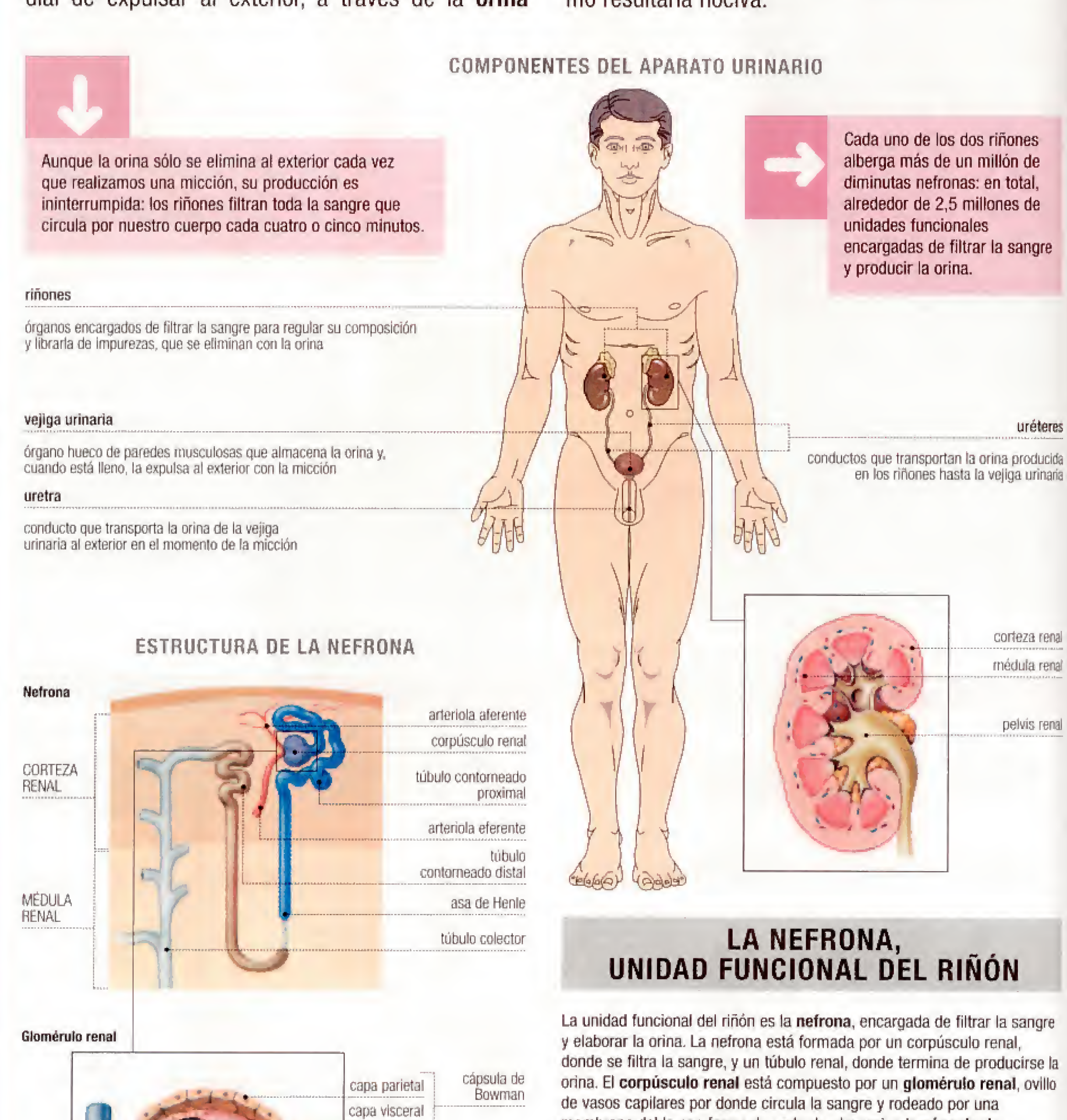
La marcha del ser humano se desarrolla en bipedestación según una secuencia coordinada y rítmica de movimientos basada en la elevación y el desplazamiento alternantes que realiza cada pie sucesivamente antes de levantar el otro del suelo, lo cual se acompaña de un característico balanceo de los brazos.

CONSEJOS PARA PREVENIR EL DOLOR DE ESPALDA

no conviene	conviene	no conviene	conviene
dormir sobre un colchón blando y un somier flexible	dormir sobre un colchón no demasiado blando y un somier de madera	llevar un bulto pesado alejado del cuerpo	llevar cualquier bulto pesado lo más cerca posible del cuerpo
dormir boca abajo	dormir de costado	cargar mucho peso en un solo brazo	repartir los pesos entre ambos brazos
incorporar bruscamente el tronco con las piernas estiradas para levantarse de la cama	rodar hasta el borde y sacar las piernas antes de incorporarse para levantarse de la cama	empujar un objeto pesado de frente	empujar cualquier objeto pesado apoyando la espalda contra el mismo
estirarse para alcanzar un objeto situado en lo alto	subirse a un taburete para alcanzar un objeto situado en lo alto	sentarse con la columna inclinada hacia adelante	sentarse siempre con la espalda erguida y los pies bien apoyados en el suelo
flexionar el tronco para levantar un bulto pesado	flexionar las piernas para levantar un bulto pesado	tumbarse en sillones demasiado mullidos o con las piernas estiradas	sentarse en sillones con apoyabrazos y un buen respaldo

EL APARATO URINARIO

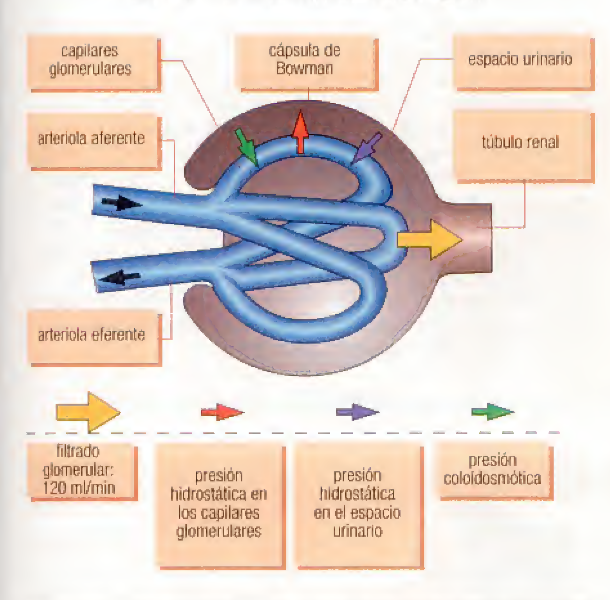
El aparato urinario se encarga de **filtrar** la **sangre** que constantemente circula por el cuerpo para **regular su composición** y con la finalidad primordial de expulsar al exterior, a través de la **orina** elaborada en los riñones, tanto los excedentes de agua y sales como los productos **tóxicos** y los **residuos metabólicos** cuya acumulación en el organismo resultaría nociva.



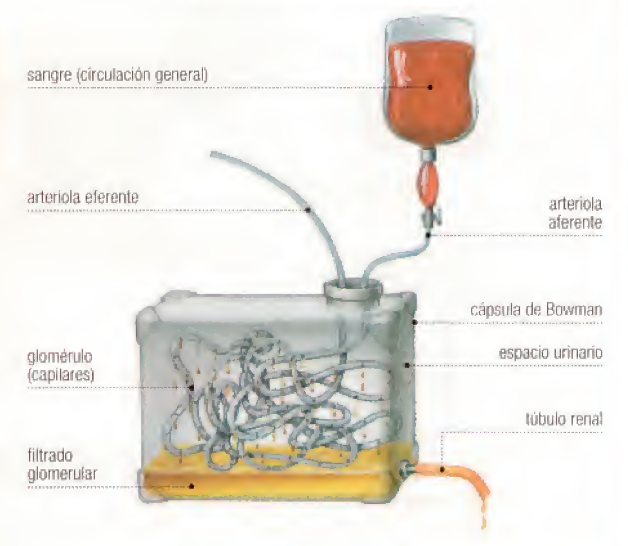
LA NEFRONA, UNIDAD FUNCIONAL DEL RIÑÓN

La unidad funcional del riñón es la **nefrona**, encargada de filtrar la sangre y elaborar la orina. La nefrona está formada por un corpúsculo renal, donde se filtra la sangre, y un túbulo renal, donde termina de producirse la orina. El **corpúsculo renal** está compuesto por un **glomérulo renal**, ovillo de vasos capilares por donde circula la sangre y rodeado por una membrana doble con forma de embudo, denominada **cápsula de Bowman**, que se continúa directamente con el túbulo renal. El glomérulo corresponde a las ramificaciones de una **arteriola aferente** que lleva la sangre hasta el corpúsculo renal y que luego se unen para constituir una **arteriola eferente** por donde sale la sangre ya filtrada. Entre las dos capas de la cápsula de Bowman que rodea al glomérulo queda una diminuta hendidura, el **espacio urinario**, al cual se vierte el producto del filtrado glomerular. La continuación de esta cápsula, el **túbulo renal**, se encarga de procesar el filtrado glomerular para elaborar la orina que, finalmente, pasa a un **túbulo colector** encargado de recoger la orina procedente de varias nefronas y conducirla hasta las vías urinarias.

PRESIONES QUE INTERVIENEN EN LA FILTRACIÓN GLOMERULAR



SIMULACIÓN DEL PROCESO DE FILTRACIÓN GLOMERULAR



LA FILTRACIÓN DE LA SANGRE

El primer paso de la **elaboración de orina** corresponde a un proceso de filtración en el que parte del plasma sanguíneo atraviesa unos minúsculos poros presentes en las paredes de los capilares glomerulares y pasa al espacio urinario comprendido entre las dos capas de la cápsula de Bowman, para luego seguir su recorrido por el túbulo renal. La filtración es un **proceso pasivo** en el que intervienen dos fuerzas antagónicas: por un lado, la **presión hidrostática**, es decir, la presión del líquido en cada compartimento, y por otro, la **presión coloidosmótica**, o sea, el poder de atracción de agua que tienen las proteínas presentes en el plasma y cuyo tamaño no les permite atravesar los poros de las paredes de los capilares del glomérulo. De la interacción de tales fuerzas resulta una determinada **presión de filtración**, que se traduce en el paso de agua y múltiples sustancias de minúsculo tamaño disueltas en el plasma sanguíneo al interior del espacio urinario.

EL DOPAJE, UNA PRÁCTICA PELIGROSA Y DESLEAL



Gracias al avance de la ciencia en la medicina deportiva, se ha introducido cada vez más la droga en el mundo del deporte; ciertos productos permiten al deportista alcanzar resultados que jamás lograría sólo con entrenamiento y técnica. Esta práctica no sólo es desleal para los demás competidores, sino que resulta muy perjudicial, a largo plazo, para el propio deportista. Las autoridades deportivas son muy severas en este aspecto y mediante análisis de orina o de sangre, realizados por sorpresa, intenta detectar qué deportistas recurren al dopaje para sancionarlos ejemplarmente.

LA ELABORACIÓN DE LA ORINA

En su recorrido por los túbulos renales, el filtrado glomerular se modifica de manera notable, pues la mayor parte del agua y diversas sustancias son **reabsorbidas**, es decir, pasan a los vasos capilares adyacentes para volver a la sangre, mientras que otras sustancias que no han sido filtradas en el glomérulo son **secretadas** en dirección inversa, o sea, pasan de la sangre que circula por los capilares cercanos al interior del túbulo. Gracias a ello, los 180 litros diarios de filtrado glomerular se convierten en apenas 1,5-2 litros de orina, y además el organismo recupera **sustancias útiles** que se han filtrado en los glomérulos y también se deshace de otras para mantener un adecuado equilibrio físico y químico del medio interno. Algunos pasos de este proceso se desarrollan por **mecanismos de difusión pasiva**, ya que algunas sustancias tienden a igualar su concentración en ambos compartimentos, mientras que otros corresponden a **mecanismos activos** que determinan el paso de sustancias en dirección contraria a la que comportaría su difusión pasiva. De este modo, el producto de la filtración glomerular se va modificando a medida que avanza por los túbulos renales, reabsorbiéndose gran parte del agua filtrada y también sustancias útiles para el organismo, como glucosa, aminoácidos, fosfatos y bicarbonatos.

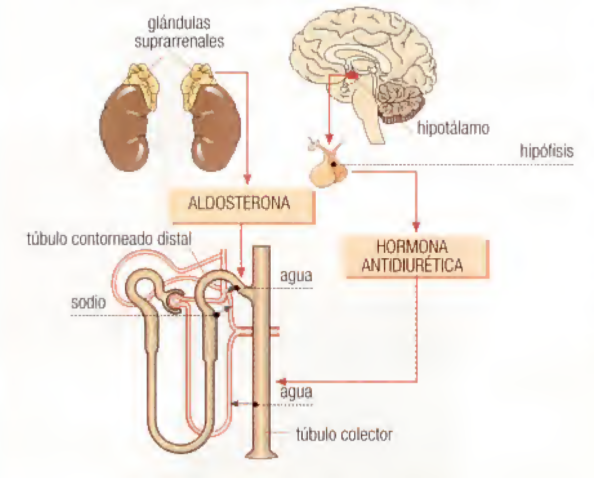
ANÁLISIS DE ORINA

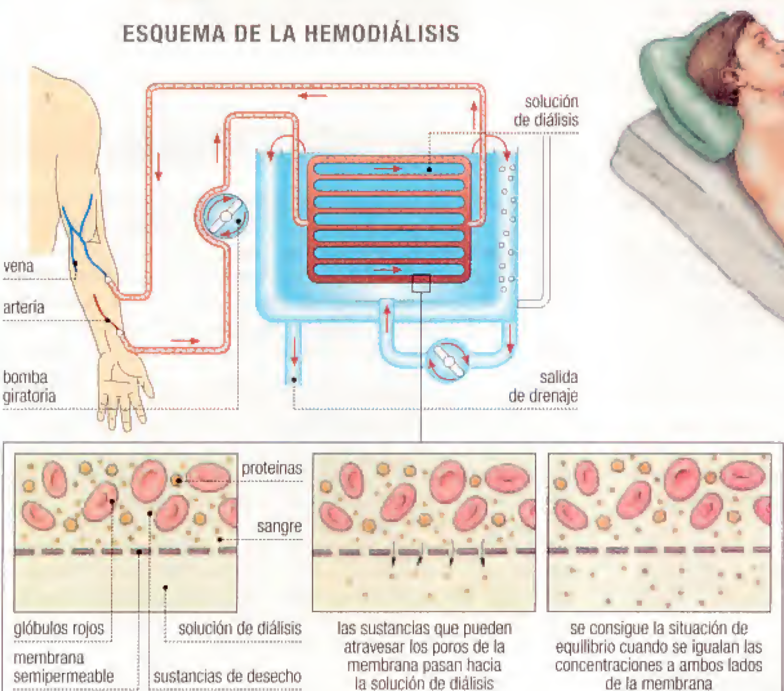
La **composición de la orina** elaborada en los riñones tiene una relación directa con la composición de la sangre que circula por nuestro cuerpo, y por ello resulta lógico que su análisis refleje el **funcionamiento del organismo**. No es de extrañar, pues, que el análisis de orina sea una prueba muy solicitada por los médicos y que constituya una pieza clave de cualquier **chequeo de salud**, dado que, siendo fácil de realizar y, sin comportar mayores molestias, permite **evaluar** la actividad de los riñones y **diagnosticar** posibles alteraciones de diversos órganos.

CONTROL DE LA FUNCIÓN RENAL

El volumen de orina que producen los riñones no es uniforme, pues varía según las necesidades del organismo y en relación con la cantidad de agua ingerida con las bebidas y los alimentos. La mayor parte del agua filtrada en los glomérulos se reabsorbe en la parte inicial de los túbulos renales y vuelve a la sangre, pero otra parte importante se reabsorbe en la parte distal y sobre todo en el túbulo colector bajo el influjo de dos hormonas: la aldosterona y la hormona antidiurética. La **aldosterona**, secretada por las glándulas suprarrenales, actúa en el túbulo contorneado distal y provoca un aumento de la reabsorción de sodio y agua, mientras que la **hormona antidiurética**, elaborada en el hipotálamo y secretada por la hipófisis, actúa sobre todo en el túbulo colector y aumenta la permeabilidad al agua, por lo que incrementa su reabsorción. Así pues, si bebemos poco, se producirá una escasa cantidad de orina, pero si bebemos mucho, orinaremos bastante más.

REGULACIÓN DEL VOLUMEN DE ORINA





EL PROCEDIMIENTO DE DIÁLISIS PERITONEAL

solución de diálisis

tubo de infusión

tubo de drenaje

frasco de drenaje

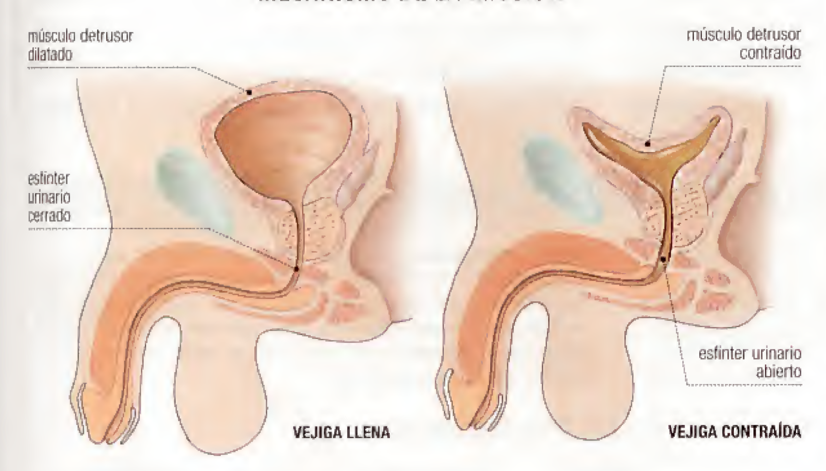
HEMODIÁLISIS: EL RIÑÓN ARTIFICIAL

Si la actividad de los riñones falla, surgen múltiples trastornos orgánicos y la vida corre peligro. El ingenio humano ha ideado un método para sustituir, aunque sea de manera parcial, la actividad renal: la **diálisis**, técnica que permite eliminar los productos de desecho de la sangre y el exceso de líquidos del cuerpo cuando los riñones no son capaces de hacerlo. La técnica se basa en el uso de **membranas semipermeables**, que dejan pasar libremente los líquidos pero sólo pueden ser atravesadas por moléculas de tamaño diminuto y no por las de dimensiones más grandes, al igual que ocurre en los glomérulos renales. Como las sustancias presentes en las soluciones separadas por una membrana semipermeable tienden a equilibrar sus concentraciones a uno y otro lado, es posible **depurar la sangre** haciéndola circular junto a una membrana de estas características si al otro lado se coloca una solución de composición especial denominada **solución de diálisis**: las sustancias de desecho, cuya concentración es mucho más elevada en la sangre, atravesarán la membrana y pasarán a la solución de diálisis en la cantidad necesaria para lograr su equilibrio.

OTRAS FUNCIONES DEL RIÑÓN

Además de elaborar la orina, el riñón desempeña otras funciones importantes. Por un lado, participa en la **regulación** de la **presión arterial**: cuando disminuye el volumen de sangre circulante y el flujo sanguíneo renal se reduce, el riñón libera sustancias que provocan una contracción de los vasos sanguíneos y estimulan a las glándulas suprarrenales para que produzcan más aldosterona, hormona que propicia la reabsorción de sodio y agua en los túbulos renales, lo cual comporta indirectamente un incremento de la presión arterial. Por otro lado, influye en la **producción** de los **glóbulos rojos** de la sangre: cuando la sangre que circula por los riñones tiene una escasa concentración de oxígeno, el riñón libera una sustancia que, tras su paso por el hígado, se transforma en **eritropoyetina**, una hormona que estimula la fabricación de hematíes en la médula ósea.

MECANISMO DE LA MICCIÓN



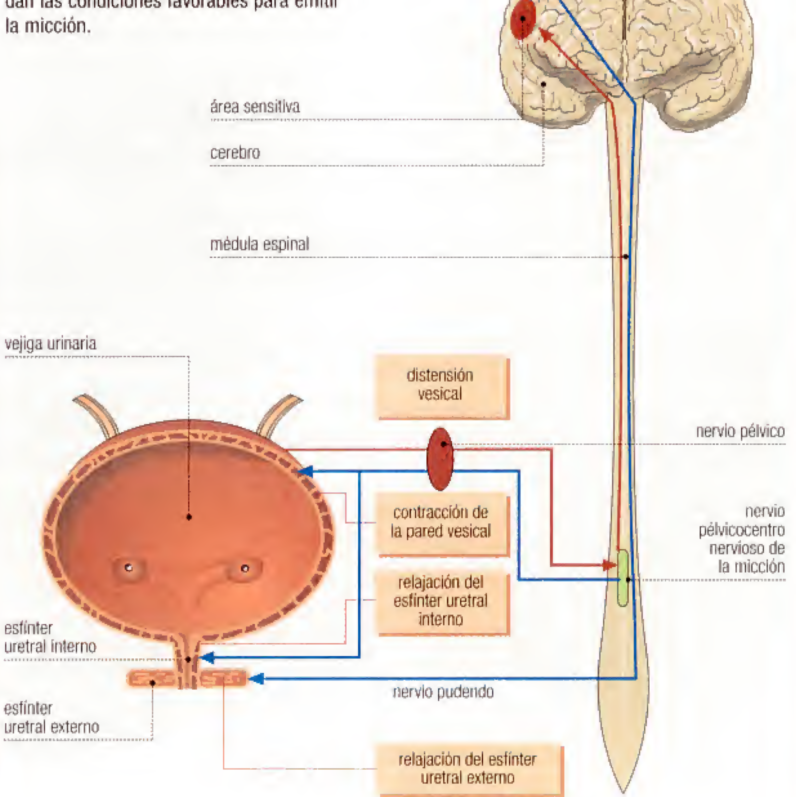
CONTROL DE LA MICCIÓN

El vaciamiento de la vejiga se produce gracias a un **reflejo automático** que se desencadena cuando las paredes de la vejiga se distienden más allá de cierto límite. Cuando ello ocurre, unos receptores nerviosos localizados en las paredes de la vejiga emiten una señal que llega hasta el **centro de la micción** situado en la médula espinal, que responde con unos impulsos motores que alcanzan la capa muscular de las paredes vesicales. Es entonces cuando el **músculo detrusor** que forma parte de la pared de la vejiga se contrae y, a la par, se abre el esfínter uretral interno, lo que permite dejar salir la orina hacia la uretra. Sin embargo, para que la orina sea evacuada al exterior es necesario que también se relaje el esfínter uretral externo, que está bajo control de la voluntad. En condiciones normales, esto ocurre sólo cuando el cerebro, al recibir estímulos que indican el llenado vesical y generarse entonces deseos de orinar, decide que se dan las condiciones favorables para emitir la micción.

LA MICCIÓN

La orina elaborada ininterrumpidamente en los riñones pasa a los **uréteres** y llega hasta la **vejiga urinaria**, donde se almacena. Por supuesto, este almacenamiento sólo es temporal, pues la capacidad de la vejiga tiene un límite: cuando éste se sobrepasa, la orina es expulsada al exterior a través de la **uretra** gracias al **mecanismo de la micción**. Este mecanismo depende de una especie de válvula muscular que está situada a la salida de la vejiga y permite mantener la uretra cerrada. En realidad, esta válvula, conocida como **esfínter urinario**, está formada por dos estructuras que constituyen sendas barreras para el paso de la orina: el **esfínter uretral interno**, situado en la desembocadura de la vejiga en la uretra, y el **esfínter uretral externo**, que se localiza en el segmento medio de la uretra. El primero funciona de manera automática, pero el segundo, hasta cierto punto, puede ser controlado voluntariamente: por ello es posible "aguantar" las ganas de orinar hasta encontrar la oportunidad de realizar la micción en condiciones adecuadas.

REFLEJO DE LA MICCIÓN



MOJAR LA CAMA

Muchos niños ya mayorcitos se hacen pipí por la noche, algunos sólo de vez en cuando, otros de manera reiterada. Esto se conoce como **enuresis nocturna** y corresponde a la emisión involuntaria de orina durante el reposo nocturno a una edad en que ya se debería controlar el esfínter urinario, más allá de los cuatro o cinco años. En realidad, se trata de un problema muy común que, si bien en una pequeña proporción de los casos se debe a un problema físico que afecta al aparato urinario, generalmente sólo es consecuencia de un retraso en el proceso de aprendizaje del control de esfínteres.

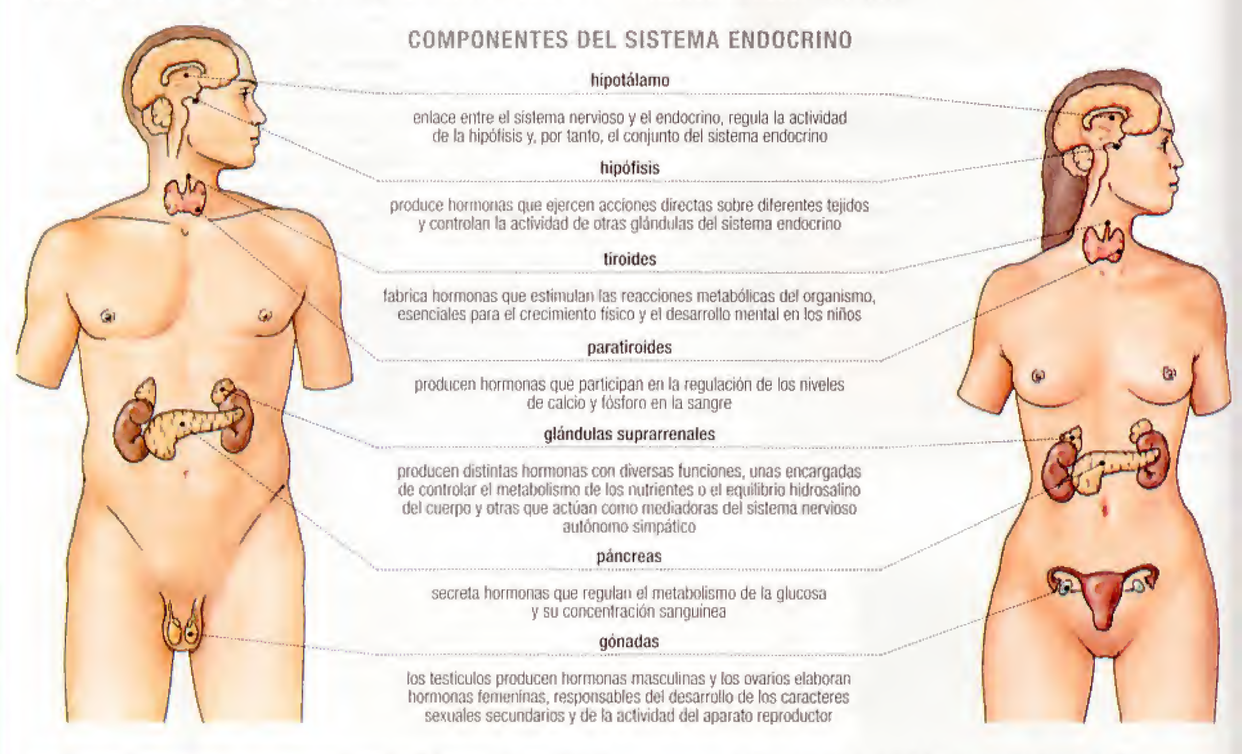


EL SISTEMA ENDOCRINO

El sistema endocrino se encarga de **regular** el funcionamiento del organismo a través de **hormonas**, sustancias fabricadas por una serie de **glándulas de secreción interna** que, vertidas a la sangre, llegan con la circulación hasta todos los rincones del cuerpo y actúan como **mensajeros** químicos para controlar el metabolismo, el crecimiento y el desarrollo así como la actividad de diversos tejidos y órganos.

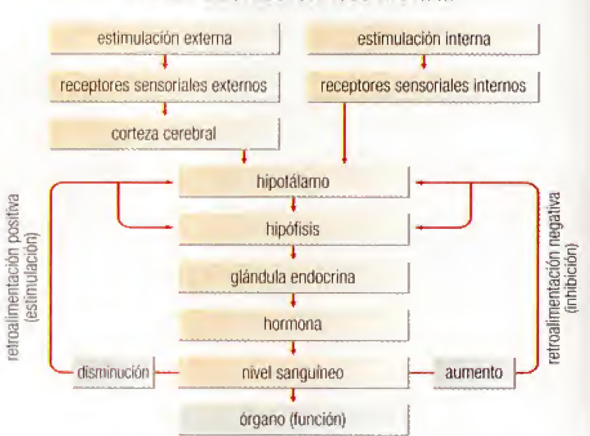
UN AUTÉNTICO SISTEMA ORGÁNICO

A diferencia de otros sistemas o aparatos orgánicos, como el digestivo o el urinario, cuyos componentes tienen una relación anatómica directa, el endocrino está formado por diversas **glándulas de secreción interna** situadas en distintas partes del cuerpo, alejadas entre sí y sin ninguna continuidad anatómica. Sin embargo, estas glándulas constituyen una **unidad**, un auténtico sistema orgánico, ya que su actividad mantiene una **estrecha interrelación**: por un lado, la función de algunas depende de la **estimulación** o la **inhibición** que ejercen sobre ellas las hormonas fabricadas por otras; por otro, muchas de las hormonas producidas por las diferentes glándulas endocrinas tienen acciones relacionadas, ya sea semejantes ya sea antagónicas y, por tanto, su efecto depende de un **delicado equilibrio** del conjunto.



MECANISMO DE RETROALIMENTACIÓN

La actividad del sistema endocrino está sometida a **múltiples influencias**, pues debe adaptarse a las **necesidades cambiantes** del organismo. De hecho, el hipotálamo, que también forma parte del sistema nervioso, recibe numerosos **estímulos** procedentes del exterior y del medio interno. Pero el sistema endocrino tiene también un particular **mecanismo de control** de las secreciones hormonales conocido como **retroalimentación**: los propios niveles sanguíneos de algunas hormonas constituyen un factor clave para que aumente o disminuya su producción. Así, cuando la concentración sanguínea de una hormona disminuye por debajo de cierto límite, el hipotálamo y la hipófisis detectan esta circunstancia y actúan sobre la glándula encargada de producirla para que aumente su secreción: es la **retroalimentación positiva**. Y cuando los niveles sanguíneos de la hormona en cuestión superan ciertos límites, el hipotálamo y la hipófisis registran este hecho y dejan de estimular a la glándula productora, con lo cual su actividad disminuye: es la **retroalimentación negativa**. Este mecanismo asegura que cada hormona circule en la sangre en la cantidad justa y necesaria para cumplir su misión.



FUNCIONES DEL HIPOTÁLAMO

sed
apetito
temperatura corporal
sueño
regulación
HIPOTÁLAMO
factores estimulantes de la liberación de hormonas hipofisarias
factores inhibidores de la liberación de hormonas hipofisarias
hormonas
oxitocina
hormona antidiurética
HIPÓFISIS

EL HIPOTÁLAMO, "JEFE" DEL SISTEMA ENDOCRINO

El hipotálamo tiene una actividad muy variada, puesto que alberga **centros nerviosos** que rigen cuestiones tan importantes como la sed, el apetito, la temperatura corporal y el sueño, además de participar en la regulación de la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Sin embargo, esta pequeña estructura ubicada en una **situación privilegiada**, en la base del cerebro, conectada con diversas zonas del sistema nervioso y, por tanto, capaz de recibir múltiples estímulos tanto físicos como psíquicos, destaca por otra función: su papel como **modulador del sistema endocrino**. En efecto, el hipotálamo produce numerosos **factores hormonales** que estimulan o inhiben la producción de hormonas por parte de la hipófisis, glándula que, con sus secreciones, regula el conjunto del sistema endocrino. Así pues, es el hipotálamo la estructura que realmente **controla** la actividad de las glándulas internas y adapta su funcionamiento a las necesidades cambiantes del organismo según la información que recibe del medio interno y del exterior. Además, también elabora dos hormonas, la oxitocina y la hormona antidiurética, que posteriormente son liberadas por la hipófisis.

LA HIPÓFISIS, "DIRECTOR DE ORQUESTA" DEL SISTEMA ENDOCRINO

La hipófisis, íntimamente relacionada con el hipotálamo y sujeta a la influencia de sus secreciones estimulantes o inhibitorias, **modula** la actividad del sistema endocrino a través de sus hormonas, que actúan directamente sobre los tejidos orgánicos o bien sobre otras glándulas endocrinas. De hecho, **produce siete hormonas** que regulan cuestiones tan fundamentales como el crecimiento corporal o que controlan la actividad del tiroides, la corteza suprarrenal y las gónadas. Además, **almacena** y **libera** cuando corresponde dos hormonas fabricadas por el hipotálamo, la **hormona antidiurética** y la **oxitocina**.

La actividad del hipotálamo y la hipófisis está tan relacionada que por lo común se hace referencia a las dos glándulas como "eje hipotálamo-hipofisario".

HORMONAS HIPOFISARIAS

Nombre	Sigla	Órgano diana	Función
Hormona melanocitoestimulante	MSH	piel	estimula los melanocitos, las células que fabrican el pigmento que da color a la piel
Hormona antidiurética o vasopresina	ADH	riñón	provoca retención de agua en los riñones e interviene en la regulación de la presión arterial
Hormona del crecimiento o somatotropina	HC, STH o GH	todo el organismo	estimula el crecimiento de los huesos, de los músculos y de todos los órganos del cuerpo durante la infancia y la pubertad
Tirotropina	TSH	tiroides	estimula la actividad de la glándula tiroides
Oxitocina		útero	provoca las contracciones del útero durante el parto
Adrenocorticotropina	ACTH	suprarrenales	estimula la producción de corticosteroides en las glándulas suprarrenales
Prolactina	PRL	mamas	provoca la secreción de leche después del parto
Gonadotrofinas -hormona foliculoestimulante -hormona luteinizante	FSH LH o ICSH	gónadas (ovarios y testículos)	regulan la maduración de los espermatozoides y los óvulos, así como la producción de hormonas sexuales

LA GLÁNDULA PINEAL, TODO UN MISTERIO

La glándula pineal es una diminuta estructura situada en el cerebro cuya actividad en el ser humano, aunque resulte sorprendente, todavía no se conoce con exactitud. Su única función parece ser la secreción de **melatonina**, una hormona cuyo nivel en la sangre oscila con arreglo a un ciclo de 24 horas y alcanza un valor máximo durante la noche. Es posible, pues, que la glándula pineal intervenga en la **sincronización del ritmo circadiano** que tienen diversas funciones corporales, pero ello todavía es un misterio.



LA HORMONA ANTIDIURÉTICA

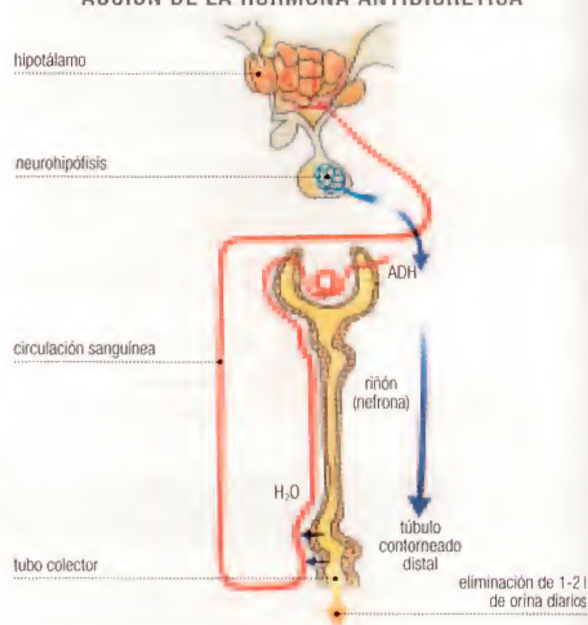
La actividad de la hormona antidiurética, elaborada en el hipotálamo y liberada por la hipófisis, se desarrolla en los riñones: condiciona la **reabsorción de agua** en los túbulos renales tras la filtración de la sangre en los glomérulos. Por ello, tiende a **reducir la diuresis**, es decir, la cantidad de orina que producen los riñones y se expulsa cada día al exterior, lo que explica su denominación: cuando la secreción de esta hormona falla, la persona afectada orina mucho más de lo normal y, si no repone las pérdidas a través de las bebidas, corre el riesgo de sufrir un grave cuadro de **deshidratación**. Con su efecto, la hormona también provoca un **aumento del volumen de sangre** circulante y un **incremento de la presión arterial**, lo que explica el otro nombre que recibe: **vasopresina**. Diversos factores influyen en la producción de esta hormona, sobre todo la concentración de solutos en la sangre: si ésta es muy elevada, se estimula su liberación para que disminuya la eliminación de agua en los riñones y se produzca una mayor dilución de la sangre.



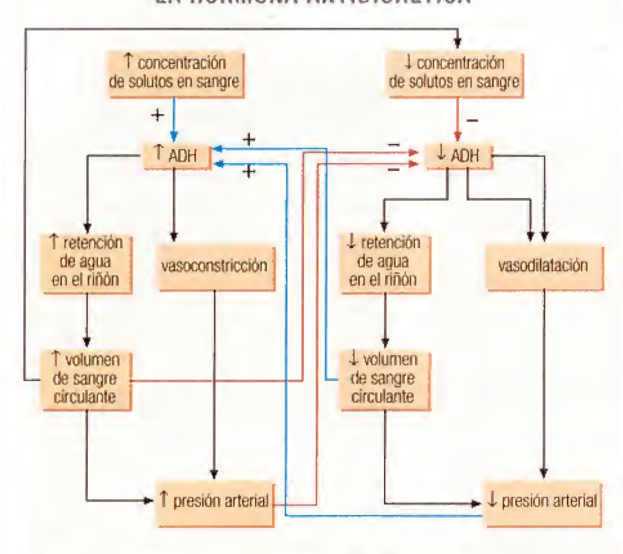
El alcohol inhibe la producción de la hormona antidiurética: ello explica que un consumo exagerado de bebidas alcohólicas se acompañe de micciones abundantes.



ACCIÓN DE LA HORMONA ANTIDIURÉTICA



REGULACIÓN DE LA SECRECIÓN DE LA HORMONA ANTIDIURÉTICA



FUNCIÓN DEL TIROIDES

La función del tiroides es de la máxima importancia, pues produce unas hormonas que estimulan la combustión celular y, por tanto, activan el **metabolismo** y la **producción de calor**. Además, durante la infancia las hormonas tiroideas influyen decisivamente en la **maduración del sistema nervioso** y en el **crecimiento corporal**, por lo que condicionan el **desarrollo físico** y **mental**. Las dos hormonas tiroideas principales, caracterizadas por contener **yodo**, son la **tiroxina** (T_4) y la **triyodotironina** (T_3). Estas hormonas tienen una acción semejante: provocan, en la práctica totalidad de los tejidos orgánicos, un incremento de las reacciones metabólicas.

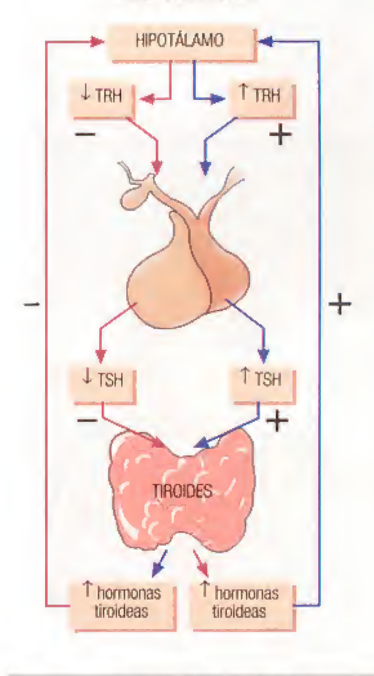
HORMONAS ARTIFICIALES

Hoy en día es posible fabricar diferentes hormonas a fin de utilizarlas para el **tratamiento** de diversas afecciones y, sobre todo, para administrarlas cuando, por distintos motivos, hay un **déficit en su producción**. Algunas hormonas pueden obtenerse mediante **síntesis química** en el laboratorio, mientras que otras se obtienen mediante técnicas de **ingeniería genética**. Es el caso, por ejemplo, de la hormona del crecimiento, empleada para combatir el déficit de su producción responsable del trastorno conocido como enanismo hipofisario. Actualmente es posible obtener la hormona del crecimiento humana con métodos de **biotecnología** y ello permite disponer de cantidades suficientes para garantizar el tratamiento de todos los niños afectados.



Un déficit en la producción de hormona del crecimiento durante la infancia y pubertad puede dar lugar a un trastorno denominado enanismo hipofisario: un defecto del desarrollo corporal que se traduce en una estatura más baja de lo normal. Por el contrario, una producción exagerada de la hormona durante ese período provoca un trastorno conocido como gigantismo, que depara una estatura mucho mayor de lo normal.

MECANISMO DE REGULACIÓN DEL TIROIDES



REGULACIÓN DE LA ACTIVIDAD TIROIDEA

La actividad del tiroides está regida por el eje hipotálamo-hipofisario, pues la glándula responde al estímulo de la hormona **tirotropina** (**TSH**) elaborada por la hipófisis, cuya producción, a su vez, depende del factor **liberador de tirotropina** (**TRH**) elaborado por el hipotálamo. La producción de hormonas tiroideas se basa en un mecanismo de **retroalimentación negativa**, pues la propia concentración sanguínea constituye el principal condicionante de la actividad del hipotálamo y la hipófisis al respecto. Así, cuando los niveles sanguíneos de hormonas tiroideas son elevados, el hipotálamo lo detecta y secreta menos TRH, dejando por tanto de estimular a la hipófisis para que produzca TSH: desciende entonces la producción de tirotropina, el tiroides resulta menos estimulado, y se reduce su producción hormonal. Por el contrario, cuando los niveles de hormonas tiroideas descienden demasiado, el hipotálamo incrementa su secreción de TRH, que actúa sobre la hipófisis y da lugar a un aumento de la liberación de TSH: se eleva entonces la producción de tirotropina y ello estimula la actividad tiroidea.



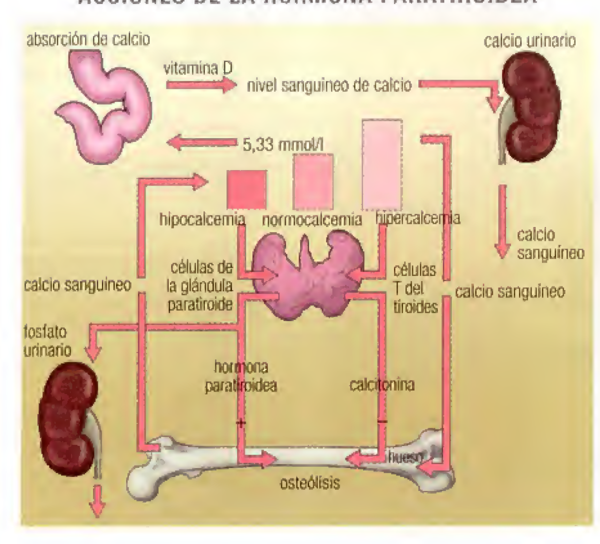
ACTIVIDAD DEL TIROIDES

Bajo el estímulo de la tirotropina, las células del tiroides captan de la sangre **yodo (I)** y, por otra parte, sintetizan una proteína denominada **tiroglobulina**. En el seno de las células, el yodo se acopla a las moléculas de tiroglobulina y ello da origen a la formación de dos productos: la **monoyodotironina**, que dispone de un átomo de yodo, y la **diyodotironina**, que cuenta con dos. Un subsiguiente acoplamiento de estos productos da lugar a la formación ya sea de T_3, que consta de tres átomos de yodo, o bien de T_4, que cuenta con cuatro. Una vez elaboradas, las hormonas se almacenan en el tiroides hasta que, cuando las necesidades orgánicas así lo demandan, son liberadas a la circulación y transportadas por la sangre por todo el organismo para ejercer su acción en los diferentes tejidos.

IMPORTANCIA DEL YODO

El yodo es un micronutriente esencial para el desarrollo físico e intelectual de las personas a lo largo de la vida, y muy especialmente durante la gestación y la infancia.
Un régimen alimentario carente de yodo origina una hormona tiroidea insuficiente que produce a su vez un deficiente crecimiento del cerebro y formación del sistema nervioso. A menudo, el resultado es un niño con una discapacidad para toda la vida.
La solución para garantizar un consumo suficiente de yodo es agregarlo a la sal para consumo humano y animal. Esto se conoce como la **Yodación Universal de la Sal**.

ACCIONES DE LA HORMONA PARATIROIDEA



FUNCIÓN DE LAS GLÁNDULAS PARATIROIDES

Las paratiroides son cuatro diminutas glándulas que elaboran la **hormona paratiroidea** o **parathormona**, sustancia que, junto con la calcitonina producida por la glándula tiroides y la vitamina D, participa en la regulación de los niveles de calcio en la sangre. La hormona paratiroidea tiende a **aumentar los niveles sanguíneos de calcio**, para lo cual actúa básicamente a tres niveles: sobre los huesos, sobre los riñones y en el tubo digestivo. En los huesos, estimula la actividad de los osteoclastos y por lo tanto promueve la **destrucción de tejido óseo**, con lo cual los huesos liberan parte del calcio que almacenan a la sangre. En los riñones, actúa sobre los túbulos renales y propicia la **reabsorción del calcio** filtrado en los glomérulos, con lo cual **disminuye la eliminación urinaria** de este mineral y aumentan sus niveles en la sangre. Y en el tubo digestivo, mediante la activación de la vitamina D a nivel de los riñones, **favorece la absorción intestinal del calcio** contenido en los alimentos. Por su parte, la **calcitonina** tiene unos efectos antagónicos, pues su acción tiende a disminuir los niveles sanguíneos de calcio: inhibe la destrucción ósea y disminuye la reabsorción renal de calcio, con lo que aumenta la eliminación del mineral con la orina.

LAS GLÁNDULAS SUPRARRENALES

Las glándulas suprarrenales, denominadas así porque están localizadas sobre los riñones, están formadas por dos partes completamente diferentes que tienen funciones distintas: la corteza, a la que corresponde la mayor parte, y la médula, que ocupa la región central.
La **corteza suprarrenal**, controlada por el eje hipotálamo-hipofisario, produce unas hormonas conocidas genéricamente como **corticosteroides**, de las cuales existen diversos tipos, que participan en el metabolismo de los nutrientes, en la regulación de la presión arterial y en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios. En cambio, la **médula suprarrenal** está bajo control del sistema nervioso autónomo y produce unas hormonas que actúan sobre el conjunto del organismo para lograr una mejor adaptación ante las situaciones de estrés.



Para combatir la inflamación y tratar las afecciones alérgicas, los médicos suelen recetar corticoides, medicamentos con acciones semejantes a las de las hormonas producidas por la corteza suprarrenal.



EL CICLO CIRCADIANO

La actividad de la corteza suprarrenal está regulada por el hipotálamo y la hipófisis: el primero produce el **factor liberador de corticotropina** o **CRF**, que actúa sobre la segunda y estimula la producción de **adrenocorticotropina** o **ACTH**, hormona que llega con la sangre a las glándulas suprarrenales y promueve la elaboración de glucocorticoides y andrógenos. La secreción de todas estas sustancias está sometida a un particular ritmo diario, conocido como **ciclo circadiano**, en el que se observan aumentos y disminuciones relacionados con los períodos de vigilia y sueño. Básicamente, los niveles sanguíneos de estas hormonas, que favorecen la disponibilidad de energía, son superiores en las primeras horas de la mañana, preparando al organismo para una mayor actividad, mientras que declinan durante la noche, cuando se descansa.

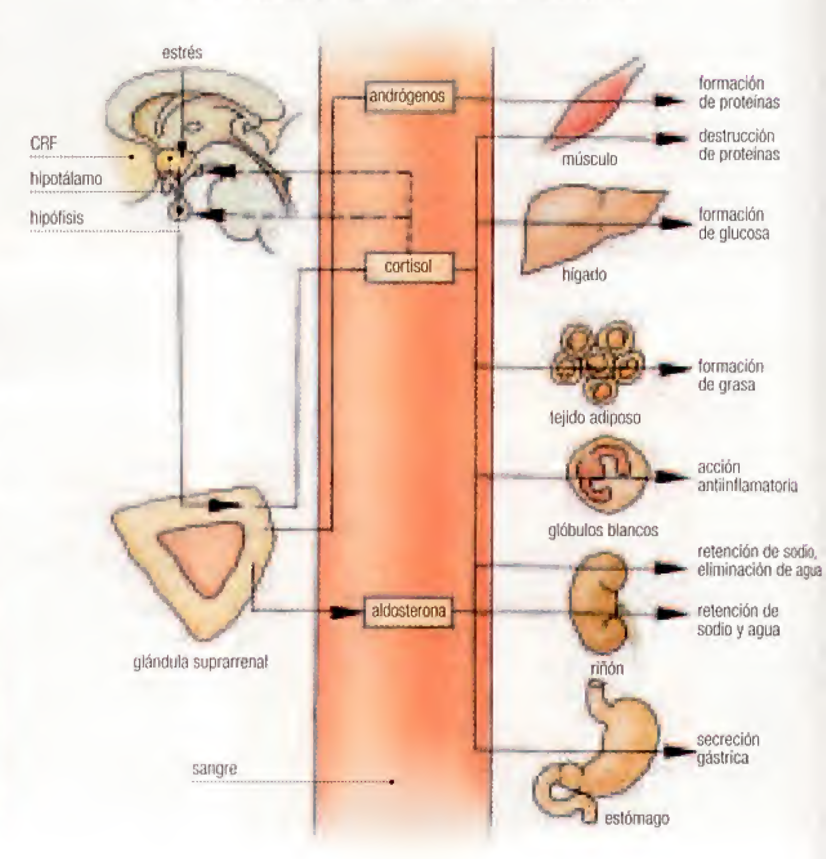
FUNCIÓN DE LA CORTEZA SUPRARRENAL

La corteza suprarrenal produce diversas hormonas con una estructura química parecida, del grupo de los **esteroides**, pero con funciones distintas. Un grupo de estas hormonas corresponde a los **mineralocorticoides**, cuyo principal componente es la aldosterona, que participan en la regulación del equilibrio de los líquidos y las sales, sobre todo en lo que se refiere al sodio y el potasio: actúan en el riñón y adaptan las pérdidas de agua y sales por la orina a las necesidades del organismo. Otro grupo está compuesto por los **glucocorticoides**, cuyo principal componente es la hormona cortisol o hidrocortisona, que regulan el metabolismo de los nutrientes energéticos y, por otra parte, ejercen una potente acción antiinflamatoria y tienen efectos inmunodepresores, pues inhiben la inmunidad celular. Un tercer grupo está formado por los **andrógenos**, hormonas que propician el desarrollo de los caracteres sexuales masculinos y el crecimiento del tejido muscular, cuyo exponente más importante es la dehidroepiandrosterona.



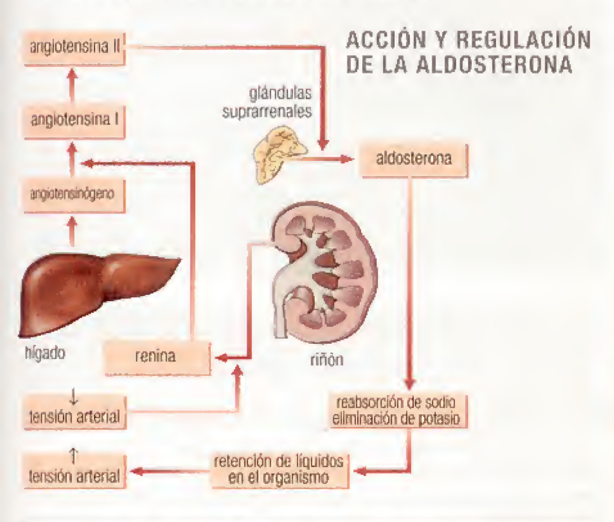
Las hormonas de la corteza adrenal son de primordial importancia fisiológica; un animal no sobrevive durante mucho tiempo si se le extirpa la glándula adrenal.

ACTIVIDAD DE LA CORTEZA SUPRARRENAL



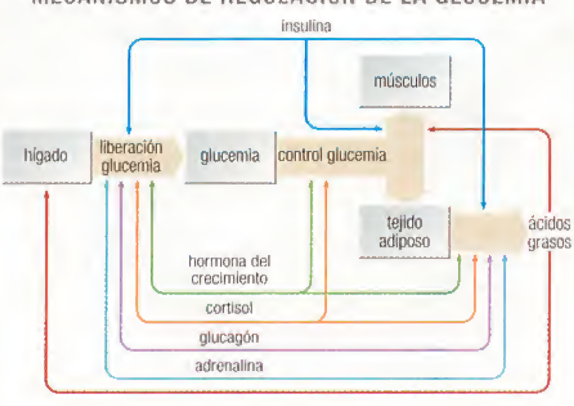
LA ALDOSTERONA Y LA PRESIÓN ARTERIAL

La aldosterona producida por la corteza suprarrenal participa en el **equilibrio de minerales** y **líquidos** del organismo. Desarrolla su función en los riñones, donde favorece la reabsorción de sodio y la eliminación de potasio por la orina. Estas acciones redundan en un incremento de la **retención de líquidos** en el organismo y, por tanto, en un **aumento de la presión arterial**. En condiciones normales, la producción de aldosterona depende de un delicado mecanismo regulador: ante un descenso de la presión arterial, el riñón secreta **renina**, hormona que activa una sustancia elaborada por el hígado que está presente en el plasma, la **angiotensina**, agente que actúa sobre la corteza suprarrenal y estimula la producción y liberación de aldosterona.



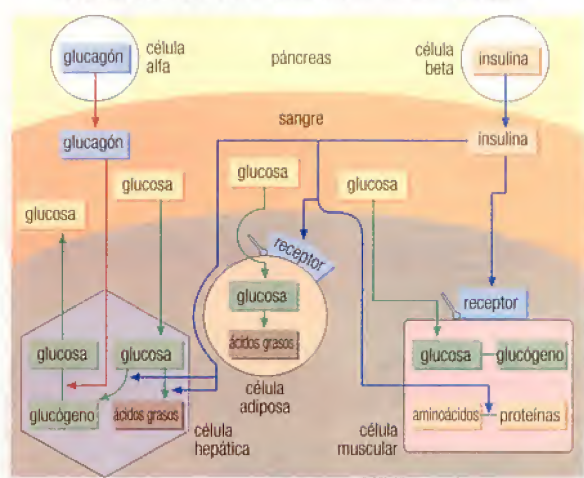
REGULACIÓN DE LA GLUCEMIA

El control de la **concentración sanguínea de glucosa** es muy importante, sobre todo porque se trata de la única sustancia que el sistema nervioso puede utilizar directamente como **combustible** para obtener energía. En dicho control participa activamente el páncreas mediante sus dos hormonas. Cuando la glucemia se eleva, el páncreas libera insulina, mientras que, cuando se encuentra en niveles mínimos, la secreción de insulina baja drásticamente. El objetivo de este mecanismo de regulación es conseguir que la glucemia no supere ciertos límites, pues tan perjudicial es que descienda mucho como que aumente demasiado.



FUNCIÓN DE LA MÉDULA SUPRARRENAL

La médula suprarrenal está formada por tejido nervioso y produce dos hormonas integrantes de un grupo conocido como **catecolaminas**: la **adrenalina** y la **noradrenalina**. Estas hormonas son auténticos **neurotransmisores** que se liberan a la circulación cuando el organismo debe enfrentarse a un intenso esfuerzo físico o una situación difícil: para designarlas, a menudo se habla de "**hormonas del estrés**", ya que pasan a la circulación cuando se afronta una situación de peligro. En condiciones normales, los niveles sanguíneos de adrenalina y noradrenalina son bajos, pero en situaciones de necesidad aumentan rápidamente y llegan incluso a multiplicarse en pocos segundos. De hecho, las catecolaminas son secretadas bajo los estímulos del **sistema nervioso autónomo simpático** y actúan en una gran variedad de órganos y tejidos, con acciones muy diversas: incrementan la presión arterial, la frecuencia cardíaca, el flujo sanguíneo de los músculos esqueléticos, el diámetro de los bronquios y el tamaño de las pupilas, a la par que disminuyen el flujo sanguíneo de la piel y de las vísceras digestivas.



EL PÁNCREAS ENDOCRINO

Además de producir una secreción rica en enzimas que vierte en el intestino delgado y cumple un papel fundamental en el proceso digestivo, el páncreas también actúa como una **glándula endocrina**, pues produce dos hormonas que participan en el metabolismo de los hidratos de carbono y **regulan los niveles de glucosa en la sangre**, es decir, la **glucemia**. Una de ellas, la **insulina**, propicia la entrada de la glucosa que circula en la sangre al interior de las células del organismo, que utilizan este nutriente como principal fuente de energía. Así pues, la acción de la insulina tiene un **efecto hipoglucemiante**, ya que provoca un descenso de la concentración de glucosa en la sangre. La otra hormona pancreática es el **glucagón**, que ejerce acciones antagónicas a las de la insulina y, por lo tanto, tiene un **efecto hiperglucemiante**, puesto que promueve la degradación del glucógeno almacenado en las células hepáticas y el paso de glucosa a la sangre.

Si el páncreas no fabrica suficiente insulina, se produce una enfermedad llamada diabetes, lo que obliga a quien la sufre a inyectarse periódicamente ciertas cantidades de aquélla.



EL SISTEMA INMUNOLÓGICO

El sistema inmunitario corresponde al **sistema de defensa** del organismo, pues dispone de diversos mecanismos que llevan a cabo fundamentalmente los **glóbulos blancos** y nos protegen de las posibles agresiones de **elementos extraños peligrosos** procedentes del medio externo, en especial de los diminutos **gérmenes** o **microbios** siempre presentes en nuestro entorno.

LOS ÓRGANOS LINFOIDES

Los órganos linfoides son estructuras donde se producen, maduran y se diferencian los distintos tipos de glóbulos blancos responsables de la acción inmunitaria. El principal es la **médula ósea** localizada en el interior de diversos huesos del cuerpo, que incesantemente fabrica glóbulos blancos que pasan a la sangre y algunos, con posterioridad, al espesor de los tejidos del cuerpo. Otro asimismo importante es el **timo**, que tiene un papel especial: allí, ya en la época fetal, maduran algunos linfocitos que "aprenden" a **reconocer los elementos propios** del organismo y, así, se capacitan para detectar cualquier **elemento extraño** que penetre en el organismo. También son muy importantes los **ganglios linfáticos** intercalados en el trayecto de los vasos linfáticos, donde se reproducen algunos glóbulos blancos. Por último, también se considera un órgano linfoide el **bazo**, pues en él se reproducen algunos glóbulos blancos que luego pasan a la circulación sanguínea.



ÓRGANOS DEL SISTEMA INMUNITARIO

timo

órgano en el que maduran y se capacitan para su función específica los glóbulos blancos tipo linfocitos T durante la época fetal y la infancia

ganglios linfáticos

pequeños órganos linfoides distribuidos por todo el organismo e intercalados en el trayecto de los vasos linfáticos que funcionan como filtro de gérmenes e impurezas

bazo

órgano en el que se reproducen algunos tipos de glóbulos blancos y que actúa como filtro de gérmenes e impurezas de la sangre

placas de Peyer

grupos de nódulos linfoides localizados en el intestino

médula ósea

tejido que fabrica mayoritariamente los glóbulos blancos, principales componentes del sistema inmunitario

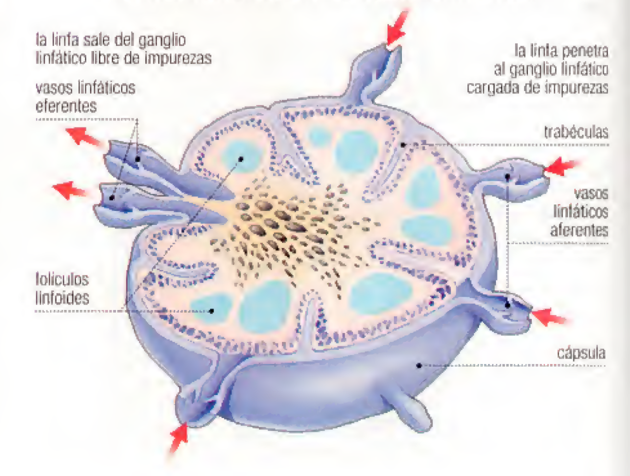
EJERCICIO MODERADO

El exceso de ejercicio puede provocar daños en el sistema inmunológico, debilitando nuestras defensas. Todo lo contrario ocurre con la práctica de un ejercicio moderado, con lo que se fortalece nuestro sistema inmunológico.

LOS GANGLIOS LINFÁTICOS: FILTROS NATURALES

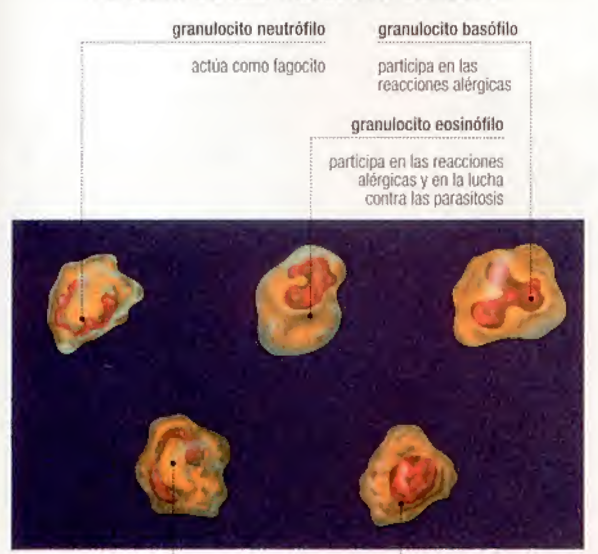
Los numerosos ganglios linfáticos distribuidos por todo el cuerpo son de capital importancia para la defensa de nuestro organismo: albergan gran cantidad de glóbulos blancos que se encargan de **detectar** y **neutralizar** o **destruir** gérmenes o impurezas transportados por los vasos linfáticos que drenan los tejidos del organismo. Cada ganglio está formado por una **cápsula** de tejido conjuntivo de la cual parten unas **trabéculas** que dividen al ganglio en varias porciones donde hay folículos linfoides repletos de glóbulos blancos. Al ganglio llegan unos **vasos linfáticos aferentes** que transportan la linfa recogida en los tejidos, la cual es filtrada en el interior y liberada de elementos nocivos o potencialmente peligrosos, para luego salir por unos **vasos linfáticos eferentes** y seguir su recorrido hacia el sistema circulatorio. Como los ganglios linfáticos están situados en lugares estratégicos del cuerpo, su acción impide la difusión de agentes nocivos por todo el organismo.

ESTRUCTURA DE UN GANGLIO LINFÁTICO



INMUNIDAD INESPECÍFICA: LA DEFENSA INNATA

FUNCIÓN DE LOS GLÓBULOS BLANCOS



linfocito
participa en las respuestas inmunitarias

monocito
actúa como fagocito

El organismo cuenta desde el nacimiento con una serie de recursos para protegerse de manera inespecífica contra el ataque de gérmenes potencialmente patógenos. En primer término, existen unas **barreras protectoras** constituidas por la piel, que impide su entrada al organismo, y por diversos fluidos que contienen enzimas capaces de destruir muchos microbios, como el moco nasal, la saliva o las lágrimas. Si los gérmenes superan estas líneas de defensa, se enfrentan a la acción de los fagocitos, glóbulos blancos que recorren todo el organismo e ingieren y digieren toda partícula extraña con la que se topan, así como a la de un conjunto de proteínas plasmáticas que constituyen el **sistema de complemento**, capaz de atacar las paredes de los gérmenes y destruirlos o de facilitar la acción de los glóbulos blancos.

MECANISMO DE FAGOCITOSIS

núcleo
fagocito
bacteria
el fagocito modifica su forma y engloba al microbio
se forma una vacuola que atrapa al microbio
se liberan en la vacuola enzimas que digieren el microbio
se eliminan los desechos
desechos
el fagocito vuelve a su estado normal

INMUNIDAD ESPECÍFICA: LA DEFENSA ADQUIRIDA

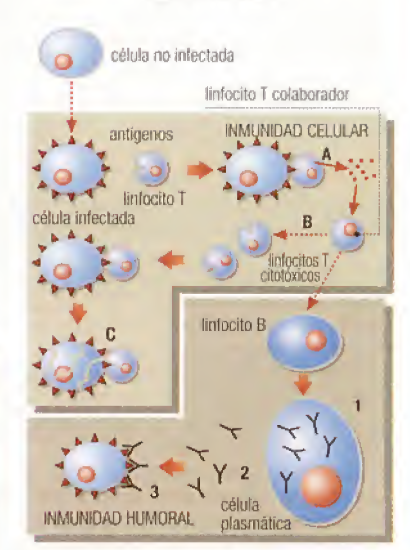
Si algún microorganismo supera los primeros mecanismos defensivos, se pone en marcha una **reacción inmunitaria específica**, destinada a proteger al organismo exclusivamente contra cada agente agresor en particular. La respuesta defensiva, a cargo de los glóbulos blancos, se basa en reconocer los elementos estructurales del agente extraño, denominados **antígenos**, y activar una serie de **mecanismos celulares** y **humorales** para destruir o neutralizar al agresor. La **respuesta inmunitaria celular** corresponde a los **linfocitos T**, de los cuales existen diferentes variedades: unos detectan al germen y secretan sustancias químicas que generan una señal de alarma en la zona, mientras que otros actúan como "**células asesinas**" que atacan al microbio y lo destruyen. La **respuesta inmunitaria humoral** corresponde a los **linfocitos B**, que ante la señal de alarma se multiplican y se transforman en **células plasmáticas** encargadas de elaborar **anticuerpos**, es decir, **gammaglobulinas** que se acoplan a los antígenos del germen atacante y facilitan el ataque de las células inmunitarias presentes en la zona. Algunos de estos linfocitos **guardan memoria** del microbio agresor para poder actuar de manera más pronta y eficaz si alguna vez vuelve a penetrar en el organismo, generando así un estado de **inmunización**.

LAS VACUNAS

La vacunación es un ingenioso procedimiento médico profiláctico que nos permite prevenir el contagio de diversas enfermedades infecciosas. Su fundamento se basa en algo así como un "engaño" al sistema inmunitario: se inocula el germen responsable de una enfermedad, pero privado de su poder patógeno, es decir, muerto o inactivado en el laboratorio, o bien una fracción del microbio, para que el sistema de defensa "crea" que está siendo atacado. Así, se generará una respuesta inmunitaria sin haber tenido que sufrir la enfermedad.



MECANISMOS DE LA INMUNIDAD ESPECÍFICA



A. el linfocito T reconoce el antígeno y libera sustancias químicas
B. el linfocito T colaborador advierte la señal y, como respuesta, activa a los linfocitos T citotóxicos y a los linfocitos B
C. los linfocitos T citotóxicos se unen a los antígenos y destruyen la célula
1. los linfocitos B se diferencian en células plasmáticas
2. las células plasmáticas liberan anticuerpos
3. los anticuerpos se unen a los antígenos y destruyen o inactivan al germen infeccioso

LOS SENTIDOS, VENTANAS AL MUNDO

Nuestros sentidos –visión, audición, gusto, olfato y tacto– tienen una función fundamental: nos permiten percibir diversos tipos de **estímulos** procedentes del exterior y nos proporcionan **información** del medio en que nos encontramos y de lo que sucede a nuestro alrededor, factor indispensable para mantenernos conectados con la realidad circundante.

COMPONENTES DEL OJO

esclerótica
membrana resistente y opaca que constituye la capa externa del globo ocular, aunque sólo es visible en la parte anterior y popularmente se conoce como el "blanco del ojo"

conjuntiva
membrana transparente que recubre y protege la parte anterior del ojo y la cara interna de los párpados

cristalino
disco transparente y elástico, capaz de modificar su forma, que actúa como una lente para enfocar los rayos lumínicos sobre la superficie de la retina

pupila
orificio central del iris cuyo grado de dilatación o contracción regula el paso de los rayos lumínicos al interior del globo ocular

córnea
disco transparente que permite el paso de los estímulos luminosos al interior del globo ocular

iris
disco pigmentado, de diferente coloración en cada persona, que detiene los rayos lumínicos y permite su paso al interior del globo ocular sólo a través de un orificio situado en su centro, la pupila

retina
capa interna del globo ocular, provista de células fotosensibles, que se encarga de transformar los estímulos lumínicos procedentes del exterior en impulsos nerviosos

coroides
capa media del globo ocular, provista de abundantes vasos sanguíneos, que proporciona nutrición a las estructuras internas del ojo

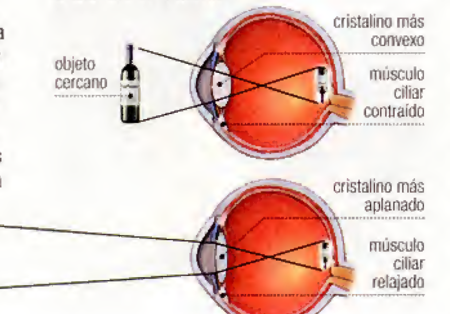
músculo ciliar
músculo cuyo grado de contracción o relajación modifica la curvatura del cristalino

nervio óptico
primer par craneal, encargado de conducir los impulsos generados en la retina hacia el cerebro

FUNCIÓN DEL OJO

El ojo, también denominado **globo ocular**, es el órgano de la visión, una compleja estructura anatómica responsable de recibir los **estímulos lumínicos** procedentes del exterior y transformarlos en **impulsos nerviosos** que, posteriormente, son conducidos por el nervio óptico hacia el cerebro para ser descodificados e **interpretados como imágenes**.
Su funcionamiento puede compararse al de una cámara fotográfica o, aún mejor, al de una grabadora de vídeo, pues nos permite obtener una continua representación visual del mundo que nos rodea. Si nos atenemos al símil de la cámara fotográfica, la **esclerótica**, que es la cubierta externa, corresponde al chasis; el **iris** actúa como un diafragma, pues la contracción y dilatación de la pupila regula el paso de luz al interior; y el **cristalino** funciona como una lente, ya que enfoca los rayos luminosos sobre la **retina**, sensible a los estímulos lumínicos como una película fotográfica.

MECANISMO DE ACOMODACIÓN DEL CRISTALINO

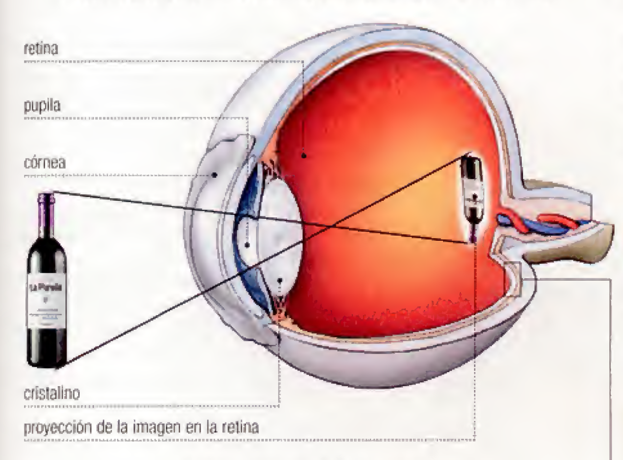


objeto distante

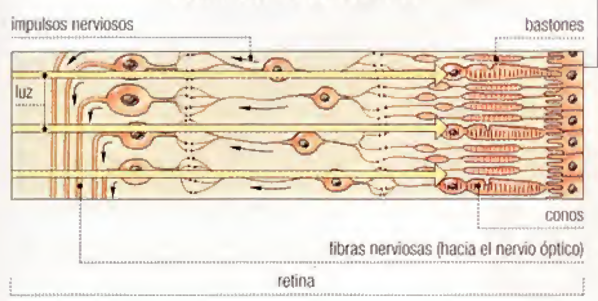
EL ENFOQUE DE LOS OBJETOS

Para que los objetos **se vean bien**, es preciso que su imagen se forme exactamente sobre la retina: de lo contrario, se verían borrosos.
El **sistema óptico** del ojo cuenta con elementos, como la córnea y el cristalino, que están adaptados naturalmente para la visión lejana: el cristalino, que es un disco biconvexo, mantiene una forma relativamente aplanada para que los rayos lumínicos procedentes de objetos distantes resulten **enfocados sobre la retina** y den lugar a una **imagen nítida**.
No ocurre lo mismo con la visión cercana: si no se produjera ninguna modificación, la imagen de los objetos situados a pocos metros se vería borrosa. Esto no sucede porque el ojo cuenta con un mecanismo denominado **acomodación**: cuando se mira un objeto cercano, el músculo ciliar se contrae y el cristalino modifica su forma a fin de que los rayos lumínicos se desvíen lo preciso para que se enfoquen perfectamente sobre la retina.

PROYECCIÓN DE LAS IMÁGENES EN LA RETINA



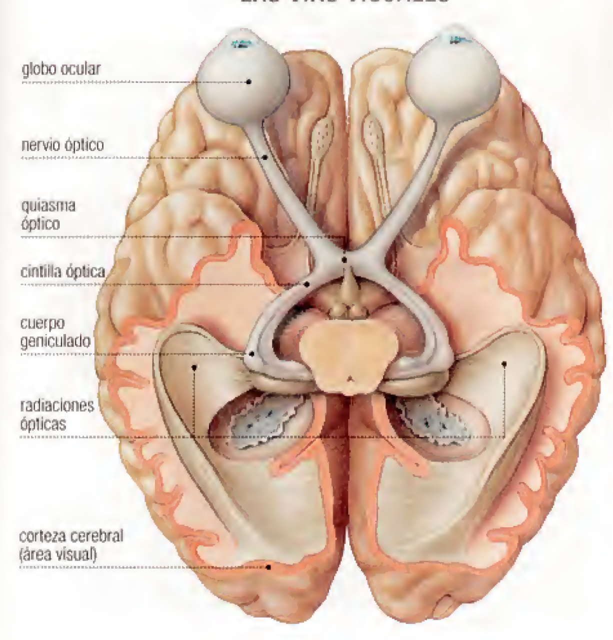
FUNCIÓN DE LA RETINA



Aproximadamente el 5 % de los varones y el 1 % de las mujeres no distinguen a la perfección todos los colores y, sobre todo, no perciben bien el rojo, el verde o el azul: sufren un trastorno hereditario denominado daltonismo.



LAS VÍAS VISUALES

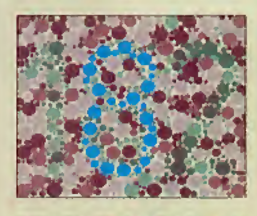
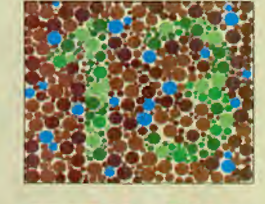
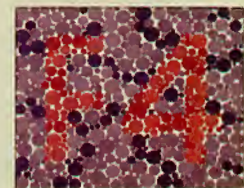
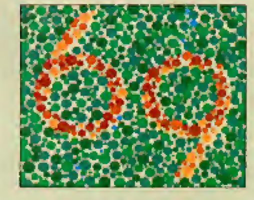


PERCEPCIÓN DE LA IMAGEN

Los rayos lumínicos procedentes de un objeto externo, tras ser enfocados por el cristalino, siguen su camino y se **entrecruzan** antes de llegar a la superficie de la retina, donde se forma una **imagen invertida** que posteriormente es descodificada e interpretada por el cerebro en su posición original. En la retina hay dos tipos de **fotorreceptores** que transforman los estímulos lumínicos en **impulsos nerviosos**: los conos, que reaccionan en ambientes bien iluminados y son sensibles a los colores, y los **bastones**, que reaccionan en ambientes poco iluminados y proporcionan una visión en blanco y negro. Los impulsos nerviosos generados en los fotorreceptores son transmitidos hasta las células cuyas prolongaciones constituyen el nervio óptico, encargado de conducirlos hacia el cerebro.

TEST: ¿DISTINGO BIEN LOS COLORES?

Los fotorreceptores de la retina sensibles a los colores, los conos, son de tres tipos: unos son estimulados por el rojo, otros por el verde y otros por el azul. Pero la estimulación simultánea de los tres tipos nos permite distinguir un amplio abanico de **matices cromáticos**. Para comprobar si la visión cromática funciona perfectamente y se perciben todos los tonos, sin confundirlos, suelen emplearse unas láminas que tienen puntos de colores distintos entre los cuales hay algunos de cierto color que forman letras o números. Mira con detenimiento estas láminas y, si tu visión cromática es buena, podrás distinguir que, de izquierda a derecha y de arriba abajo, se forman los siguientes símbolos: 182, 13, F4 y 69.

RECORRIDO DE LOS ESTÍMULOS VISUALES

Los impulsos nerviosos generados en los conos y los bastones surgen del ojo a través del nervio óptico y siguen una larga trayectoria hasta llegar al cerebro. Los dos nervios ópticos, cada uno procedente de un ojo, pasan por la cara inferior del cerebro y confluyen en el **quiasma óptico**, donde una parte de las fibras nerviosas de ambos se entrecruzan. De allí parten las **cintillas ópticas**, que llevan la información hasta los **cuerpos geniculados externos** del tálamo óptico, donde unas nuevas neuronas toman el relevo y conducen los impulsos a través de las **radiaciones ópticas** hasta la corteza cerebral del lóbulo occipital, sede del **área visual**. Es en esta zona donde, por mecanismos aún poco conocidos, los impulsos nerviosos procedentes de los ojos se transforman en sensaciones visuales, las percepciones se hacen conscientes.

EL SISTEMA ENDOCRINO

PRINCIPALES COMPONENTES DEL OÍDO

tímpano

la membrana timpánica vibra al recibir el impacto de las ondas sonoras y transmite las vibraciones a la cadena de huesecillos del oído medio

laberinto anterior o caracol

alberga las células sensoriales que, al recibir las vibraciones provocadas por las ondas sonoras, transforman los estímulos mecánicos en impulsos nerviosos

nervio acústico o auditivo

conduce los impulsos nerviosos generados en el oído interno hasta el cerebro

conducto auditivo externo

capta las ondas sonoras procedentes del exterior y las lleva hasta el oído medio

oído medio

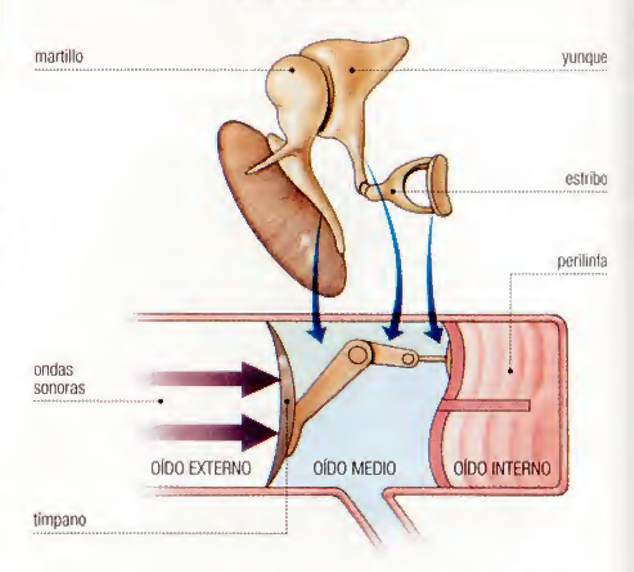
la cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo) recibe las vibraciones provocadas por las ondas sonoras, las amplifica y las transmite al oído interno

laberinto posterior o aparato vestibular

detecta los movimientos de la cabeza y envía la información al encéfalo para que regule el equilibrio corporal

En el ser humano, las orejas no tienen una función relevante, a diferencia de lo que ocurre en muchos animales que pueden moverlas en diferentes direcciones y "enfocar" así su audición.

FUNCIÓN DE LA CADENA DE HUESECILLOS DEL OÍDO MEDIO



Al vibrar, el tímpano mueve la cadena de huesecillos del oído medio: cada vibración provoca el desplazamiento del martillo, el cual mueve al yunque y éste, al estribo, cuya base impacta en la ventana oval y origina así una onda en el líquido contenido en el oído interno. Como el tímpano tiene una superficie mayor que la ventana oval, el sonido se concentra e intensifica en su recorrido por la cadena de huesecillos a fin de compensar la pérdida de energía que sufren las ondas sonoras con su paso de un medio aéreo a un medio líquido. Gracias a este mecanismo, pueden percibirse los sonidos más débiles.

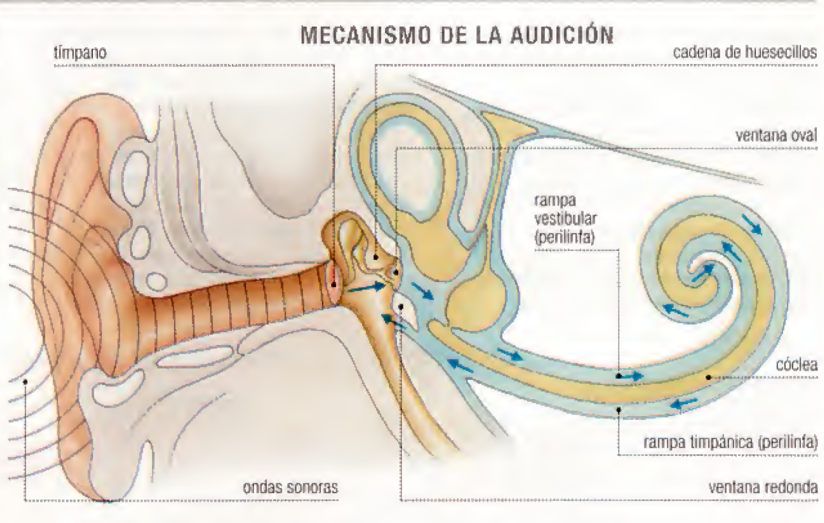
FUNCIONES Y ESTRUCTURA DEL OÍDO

El oído tiene dos funciones: por un lado, es responsable de la **audición**, sentido de suma importancia para percibir lo que ocurre en nuestro entorno y herramienta fundamental para la **comunicación**, pues el **lenguaje hablado** es el principal medio de contacto entre los seres humanos; por otro, participa en el **mantenimiento del equilibrio corporal**, dado que proporciona al encéfalo información sobre las posiciones y los movimientos de la cabeza para que pueda adecuar el estado de nuestra musculatura a las modificaciones de cada momento y así podamos mantenernos en perfecto equilibrio cuando estamos de pie y al caminar. El órgano es muy complejo y está dividido en tres porciones con distintas misiones. El **oído externo**, formado por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo, sólo participa en la audición. Lo mismo ocurre con el **oído medio**, separado del externo por el tímpano, que contiene una cadena de minúsculos huesecillos: el martillo, el yunque y el estribo. En cambio, el **oído interno**, llamado también laberinto, está formado por dos porciones con diferente función: el **laberinto anterior** o **caracol**, donde se encuentra el órgano de Corti, responsable de la audición, y el **laberinto posterior** o **aparato vestibular**, que participa en el mantenimiento del equilibrio.

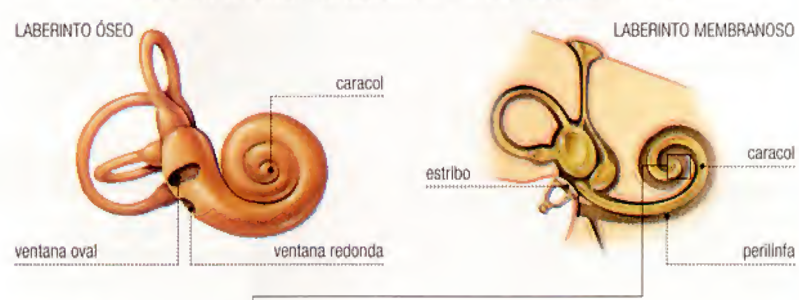
FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN

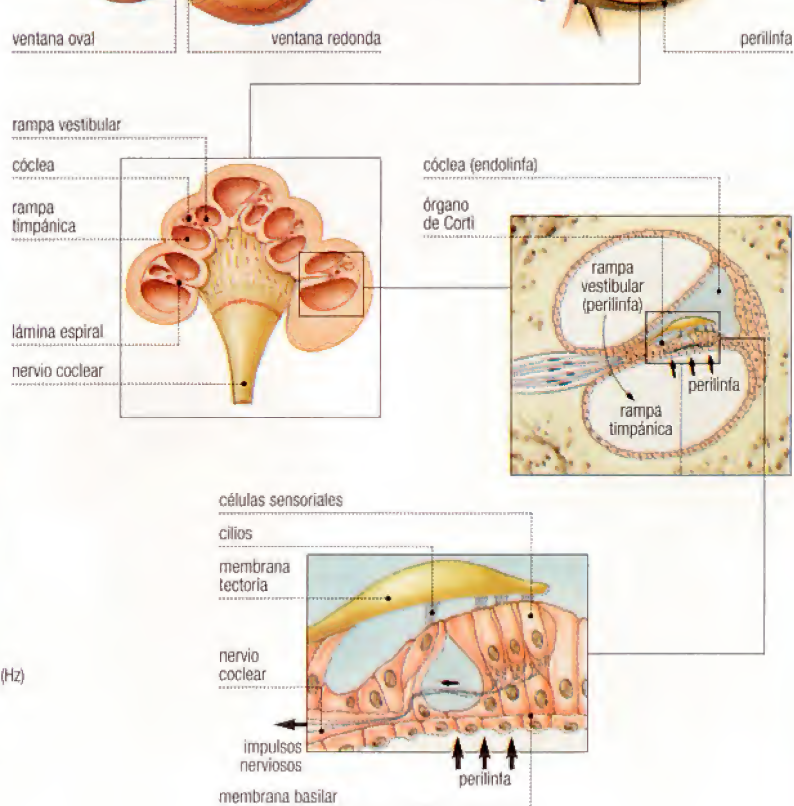
La audición se basa en transformar las **ondas sonoras**, correspondientes a las **vibraciones de las moléculas de aire** que se expanden a partir del punto donde se produce un sonido, en impulsos nerviosos que, con posterioridad, el cerebro descodifica. Las ondas sonoras son captadas por la oreja y conducidas, a través del **conducto auditivo externo**, hasta el **tímpano**, membrana que separa el oído externo del medio. Las vibraciones se transmiten a la **cadena de huesecillos** del oído medio, que percuten sobre la **ventana oval** para que pasen al oído interno, relleno de líquido. Cuando la ventana oval vibra, se genera un movimiento de la **perilinfa** y se produce así una especie de "ola" que recorre todo el caracol, primero por la **rampa vestibular** y luego por la **rampa timpánica**, hasta desvanecerse en la **ventana redonda**. En su recorrido, el desplazamiento de la perilinfa hace vibrar la **membrana basilar** que constituye el suelo de la **cóclea**, donde se encuentra el **órgano de Corti**, elemento básico de la audición. Cuando las células sensoriales se desplazan por las vibraciones, los pequeños cilios de su superficie superior chocan contra la **membrana tectoria** y generan unas modificaciones metabólicas que transforman los estímulos mecánicos en impulsos nerviosos que se transmiten a las fibras del **nervio coclear** y llegan con el **nervio auditivo** hasta el cerebro, donde se hace consciente la percepción sonora.

MECANISMO DE LA AUDICIÓN

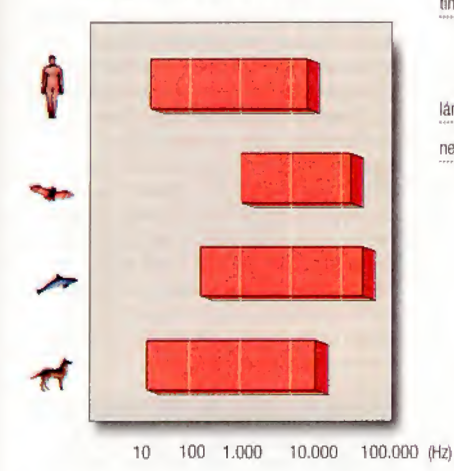


MECANISMO DE LA AUDICIÓN EN EL OÍDO INTERNO





GAMA DE FRECUENCIAS SONORAS AUDIBLES POR EL HOMBRE Y OTROS ANIMALES

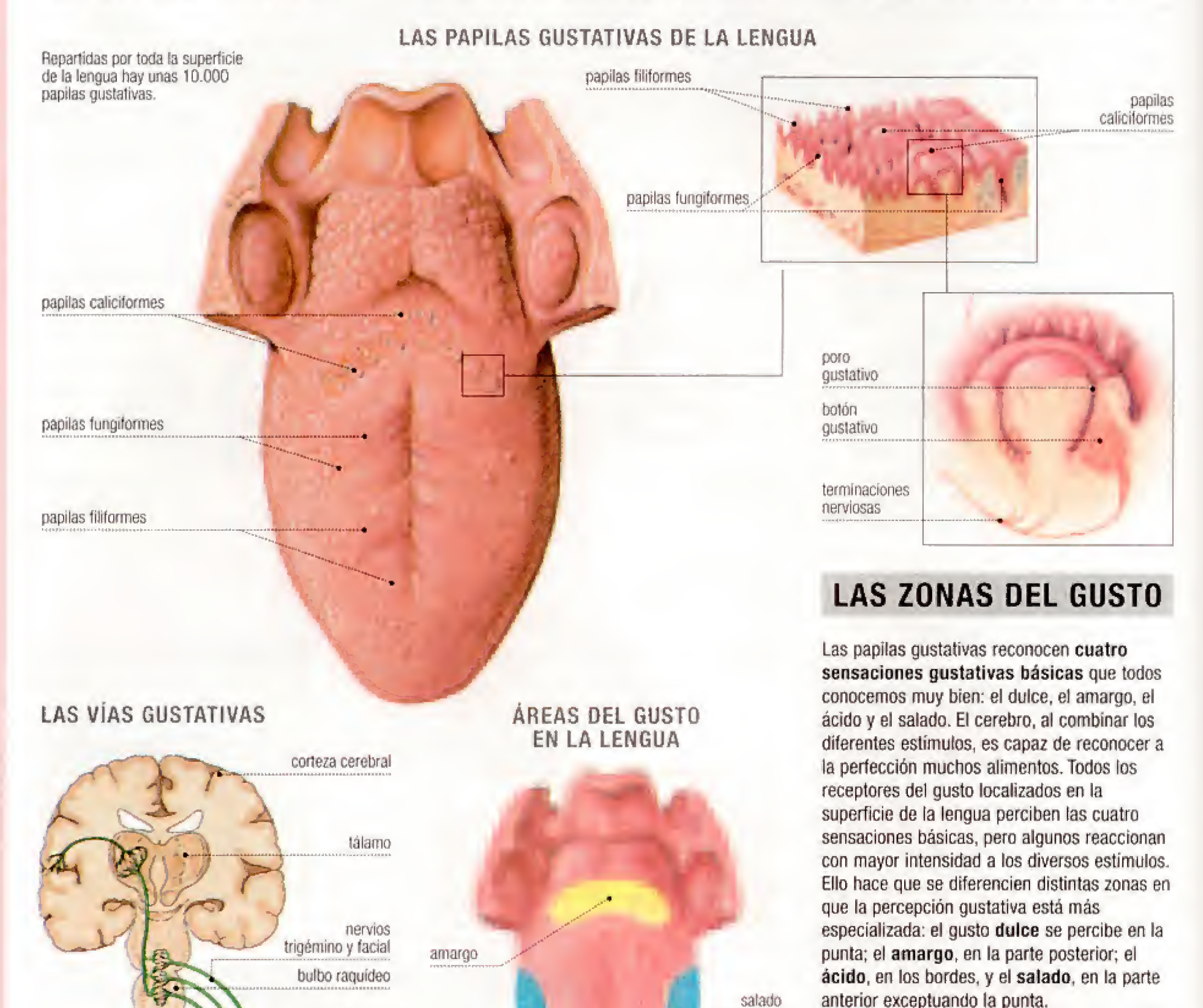


El oído humano sólo puede captar ondas sonoras de una frecuencia comprendida entre 16 y 20.000 hertzios o vibraciones por segundo, mientras que algunos animales pueden captar infrasonidos, de frecuencias más bajas, y otros pueden percibir ultrasonidos, de frecuencias superiores, inaudibles para el ser humano.

EL GUSTO

El gusto es el sentido que nos permite conocer algunas características especiales de todo lo que bebemos y comemos. Muchos animales se basan en este sentido para **seleccionar sus alimentos**, aunque en el ser humano no es tan fiable: hay comidas muy nutritivas que no nos gustan, mientras que otras menos valiosas desde un punto de vista dietético nos resultan deliciosas. Aun así, el gusto de los alimentos tiene su importancia en el **aprovechamiento de los nutrientes**, pues cuando la comida nos agrada se incrementa de forma refleja la producción de jugos digestivos. Los receptores de este sentido, las **papilas gustativas**, están localizadas en la **lengua** y, en menor número, en el paladar y la garganta. Hay papilas gustativas de distinto tipo, pero todas constan de **corpúsculos** o **botones gustativos** formados por un conjunto de **células sensoriales** situadas alrededor de una cavidad central, el **poro gustativo**. Cuando un alimento entra en la boca, se mezcla con la saliva y las sustancias solubles que contiene penetran por los poros gustativos, provocando un estímulo en las células sensoriales. Los **estímulos gustativos** salen por las terminaciones nerviosas de las células sensoriales y viajan a través de diversos nervios que inervan la boca hasta el **bulbo raquídeo**, desde allí pasan por otras vías nerviosas específicas hasta el **tálamo** y en una tercera etapa llegan hasta el **área del gusto**, situada en el lóbulo parietal de la **corteza cerebral**, donde son descodificados y las sensaciones se hacen conscientes.

LAS PAPILAS GUSTATIVAS DE LA LENGUA



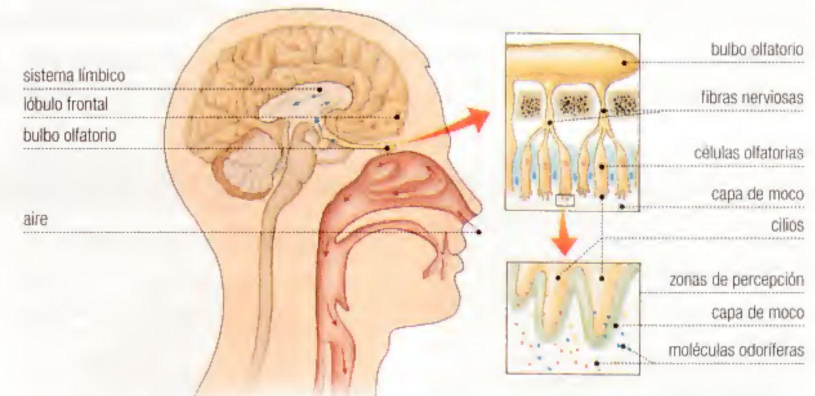
LAS ZONAS DEL GUSTO

Las papilas gustativas reconocen **cuatro sensaciones gustativas básicas** que todos conocemos muy bien: el dulce, el amargo, el ácido y el salado. El cerebro, al combinar los diferentes estímulos, es capaz de reconocer a la perfección muchos alimentos. Todos los receptores del gusto localizados en la superficie de la lengua perciben las cuatro sensaciones básicas, pero algunos reaccionan con mayor intensidad a los diversos estímulos. Ello hace que se diferencien distintas zonas en que la percepción gustativa está más especializada: el gusto **dulce** se percibe en la punta; el **amargo**, en la parte posterior; el **ácido**, en los bordes, y el **salado**, en la parte anterior exceptuando la punta.

EL OLFATO

El olfato es el sentido por el cual percibimos los **olores**, un sentido que tiene diversas funciones: **participa en la digestión** porque los olores apetitosos estimulan la producción de jugos digestivos, nos advierte sobre la **presencia de gases peligrosos** y juega un papel importante en la vida afectiva, pues nos proporciona **sensaciones** tanto agradables como desagradables. Los receptores de este sentido se encuentran en la **membrana olfatoria**, una pequeña zona del techo de las fosas nasales donde hay una capa de células especializadas en la detección de olores. Estas células son alargadas y tienen en su extremo libre unos diminutos **cilios olfatorios** que están inmersos en una capa de moco fabricada por las glándulas de la pared nasal. Las **moléculas volátiles** presentes en el aire que inspiramos, tras disolverse en el moco, se acoplan con las zonas de recepción de estos cilios y generan en las células unos estímulos nerviosos. Por el otro extremo, las células olfatorias cuentan con unas delgadas fibras nerviosas que atraviesan el techo de las fosas nasales y llegan hasta el **bulbo olfatorio**, del cual surge el **nervio olfatorio** que lleva la información hasta los centros olfatorios de la **corteza cerebral**.

MECANISMO DEL OLFATO







Las células olfatorias se "fatigan" si se exponen mucho tiempo a una misma sustancia: por eso nos acostumbramos a los olores muy fuertes, agradables (perfume) o desagradables (olor a podrido), y al cabo de un tiempo dejamos de percibirlos.

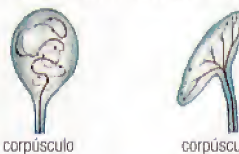
EL TACTO

El tacto es un sentido que nos proporciona una valiosa información sobre el mundo que nos rodea: nos permite percibir **roces** y **presiones**, identificar la **forma** y **textura** de los objetos, distinguir las **variaciones térmicas** y advertir agresiones externas porque provoca **estímulos dolorosos**. Y hay infinidad de combinaciones difíciles de definir pero que todos conocemos, como el picor o el cosquilleo. El órgano del tacto es la **piel**, en cuya superficie están distribuidos miles de receptores que responden a diversos estímulos y, a través de las **vías sensitivas**, envían información al sistema nervioso central para que sean interpretados.

Por un lado asumen esta función las **terminaciones libres de los nervios sensitivos** que llegan a la piel y perciben estímulos táctiles pero sobre todo estímulos dolorosos. Otras formaciones especiales constituyen **receptores especializados** en la percepción de distintos estímulos. Así, los **corpúsculos de Vater-Pacini** detectan sobre todo los cambios de presión y las vibraciones que se producen sobre la piel, así como sus estiramientos; los **corpúsculos de Meissner** responden a los estímulos táctiles; los **corpúsculos de Krause** son sensibles al frío; y los **corpúsculos de Ruffini** son sensibles al calor.

LOS RECEPTORES TÁCTILES DE LA PIEL

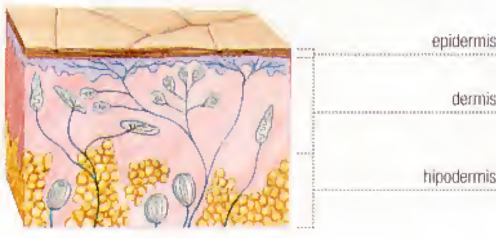

corpúsculo de Meissner


corpúsculo de Krause

corpúsculo de Ruffini

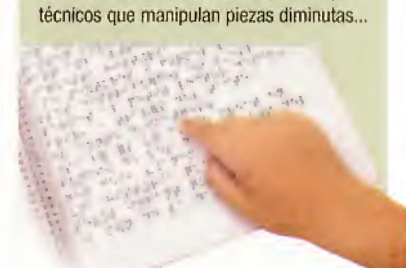

corpúsculo de Vater-Pacini


terminaciones nerviosas libres



APRENDER A PALPAR

La capacidad para reconocer estímulos táctiles varía mucho en las diversas partes del cuerpo, ya que la percepción es más fina en zonas donde la piel es más delgada y cuenta con muchos receptores. Por ejemplo, en la yema de los dedos se pueden distinguir estímulos incluso débiles separados apenas por un milímetro, mientras que en algunos sectores de la espalda dos estímulos diferentes aplicados a la vez incluso a un par de centímetros de distancia se perciben como una sensación única. Cabe señalar, sin embargo, que la capacidad de discriminación de los estímulos táctiles puede ser ampliamente desarrollada con la práctica. Así ocurre en muchas profesiones: los médicos que se entrenan en apreciar mínimas diferencias al palpar el cuerpo de sus pacientes, los escultores y artesanos para quienes el tacto es una herramienta fundamental, los técnicos que manipulan piezas diminutas...



Para que las personas sin visión puedan leer, existe el sistema Braille, que consiste en una serie de puntos en relieve que sustituyen a las letras y que pueden leerse deslizando los dedos sobre ellos.

Introducción
Una máquina perfecta
Piel
Aparato digestivo
Nutrición
Aparato respiratorio
Aparato circulatorio y sangre
Sistema nervioso
Aparato locomotor
Aparato urinario
Sistema endocrino
Sistema inmunológico
Los sentidos
Genética
Sistema reproductor
Evolución del cuerpo humano
Índice alfabético de materias

GENÉTICA

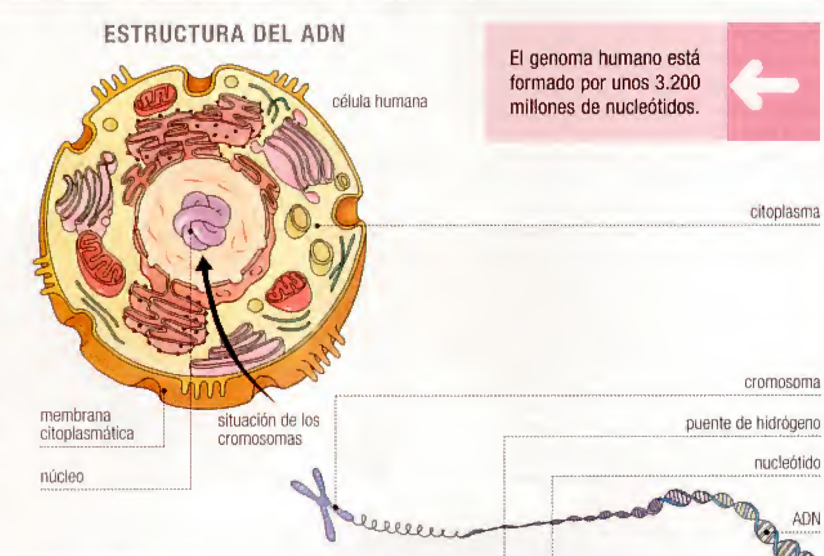
Las características físicas y el funcionamiento del organismo dependen de la información almacenada en los **genes** contenidos en el **ADN** que constituyen los **cromosomas** presentes en el núcleo de las células: un "manual de instrucciones" que, con la **herencia**, pasa a la descendencia y posibilita la **continuidad de la especie** pero a la par determina que cada individuo tenga unos rasgos únicos e irrepetibles.

EL ADN: LA SUSTANCIA ELEMENTAL

El ADN, abreviatura de **ácido desoxirribonucleico**, está formado por dos largas cadenas paralelas, enroscadas como una **doble hélice**, compuestas por grupos azúcar-fosfato y **bases nitrogenadas** de cuatro tipos: adenina (A), guanina (G), timina (T) y citosina (C). Cada cadena está constituida por una sucesión de **nucleótidos**, elementos compuestos por una molécula de fosfato, otra de desoxirribosa y una base nitrogenada enlazada a la de la otra cadena por un puente de hidrógeno. En conjunto, la doble hélice de ADN presenta una estructura semejante a una escalera de caracol. Pero el enlace entre las bases nitrogenadas de ambas cadenas no es casual, pues respeta una regla estricta: "A" sólo se relaciona con "T", y "C" únicamente con "G". Así pues, la **secuencia de bases** de una cadena determina la secuencia de la otra, factor clave para la replicación del ADN cuando se produce la división celular.

El genoma humano está formado por unos 3.200 millones de nucleótidos.

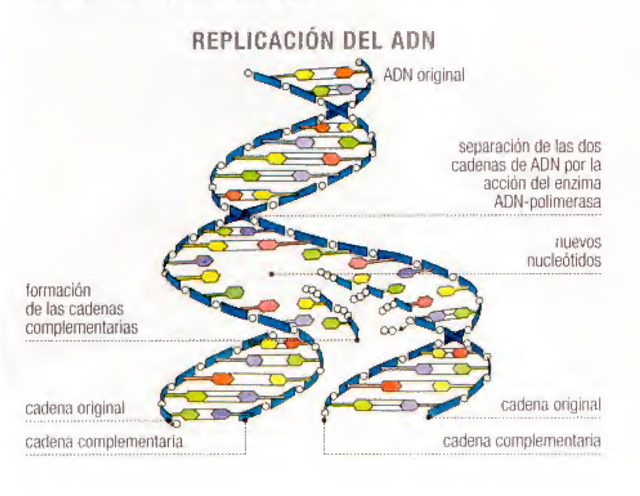
ESTRUCTURA DEL ADN



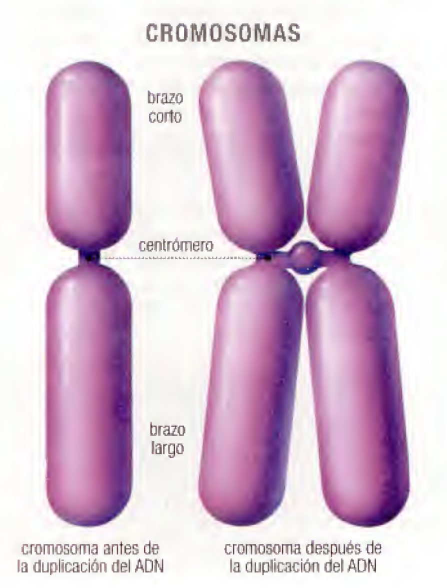
LOS CROMOSOMAS

En el interior del núcleo celular, el ADN forma una sustancia denominada **cromatina**. En el período que transcurre entre una y otra división celular, la cromatina está dispersa en el interior del núcleo, pero cuando se acerca el momento de la división celular, se condensa y constituye unas estructuras en forma de bastoncillo que se denominan **cromosomas**. Aunque hay cromosomas de diferente tamaño, todos tienen una forma semejante: un diminuto bastoncillo con una constricción, el **centrómero**, que lo divide en dos brazos por lo común de desigual longitud. No obstante, la imagen que suele ofrecerse de los cromosomas corresponde a un estadio del proceso de división celular en que el ADN ya se ha duplicado, momento en que se observan, por tanto, dos cromosomas, llamados entonces **cromátides**, unidos en el centrómero: la forma del conjunto corresponde a una X, con dos brazos cortos y dos brazos largos.

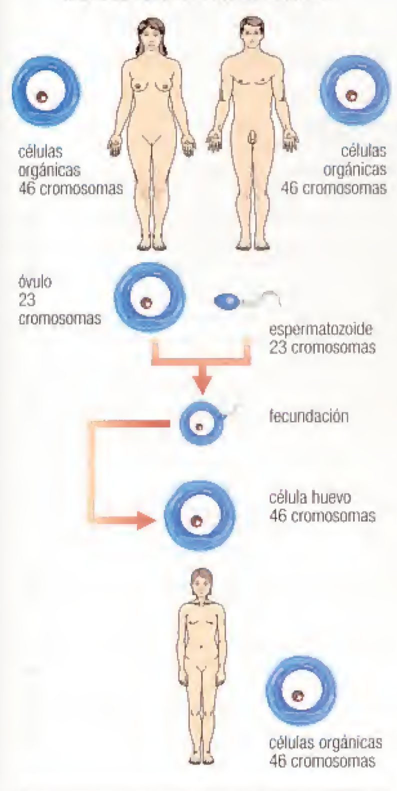
REPLICACIÓN DEL ADN



CROMOSOMAS



DOTACIÓN CROMOSÓMICA



LOS GENES

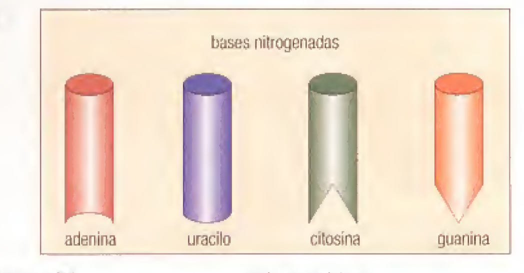
Los genes son las **unidades funcionales** de los cromosomas, pues cada uno corresponde a un fragmento preciso de ADN y tiene una misión concreta: la **codificación** de la información necesaria para la síntesis de una proteína. En el conjunto de cromosomas hay unos 50.000 genes que codifican proteínas estructurales del cuerpo u otras con funciones diversas, como enzimas, hormonas, etc. Cada gen ocupa un lugar específico en un determinado cromosoma y hoy en día su ubicación se conoce con exactitud, por lo que se dispone de un "mapa cromosómico" conocido como **genoma humano**. En términos generales, los genes contienen las instrucciones para la **fabricación de proteínas**, constituidas por una combinación específica de **aminoácidos**: aunque hay miles de proteínas distintas, todas están formadas sólo por veinte aminoácidos diferentes y su combinación se encuentra codificada en los genes. El mecanismo que rige el **código genético** se basa en la secuencia de las bases nitrogenadas de los fragmentos de ADN correspondientes a los diversos genes.
Los cuatro tipos de bases nitrogenadas, pues, forman una especie de **alfabeto** cuya lectura se realiza considerando grupos de tres: cada **triplete** codifica un aminoácido, y la sucesión de tripletes, leída sucesivamente, determina la composición de la cadena polipeptídica.

LA DOTACIÓN CROMOSÓMICA HUMANA

Todas las células del organismo humano poseen **46 cromosomas**, a excepción de los gametos, óvulos y espermatozoides, que sólo cuentan con la mitad. En realidad se trata de **23 pares de cromosomas homólogos**, pues son semejantes o equivalentes. De éstos, 22 pares se llaman **autosomas** y ambos componentes de cada par son idénticos entre sí en todos los individuos. En cambio, el par restante corresponde a los **cromosomas sexuales**, que difieren en personas de uno y otro sexo: en las mujeres está compuesto por dos **cromosomas X**, mientras que en los varones está compuesto por un cromosoma X y un **cromosoma Y**. Como cada gameto cuenta con 23 cromosomas, uno de cada par, al unirse uno femenino y otro masculino en el momento de la fecundación queda constituida una célula con 23 pares de cromosomas cuya sucesiva división da lugar al desarrollo de un nuevo ser.



EL CÓDIGO GENÉTICO



LA HERENCIA

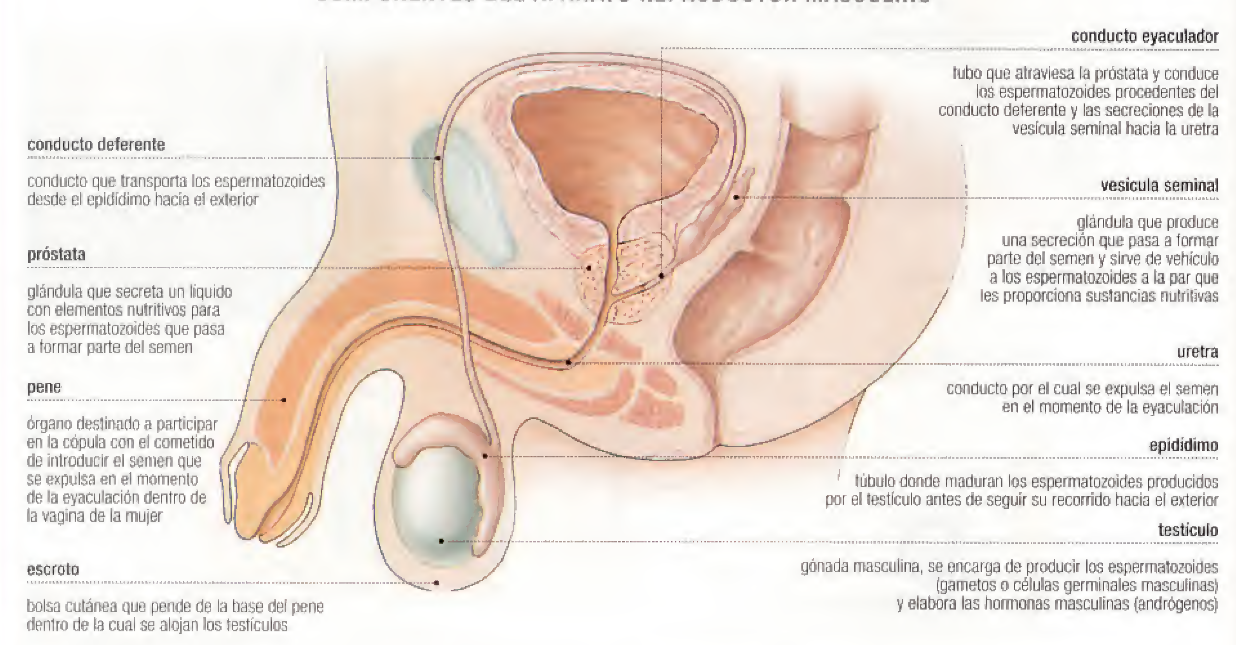
La herencia consiste en la transmisión de caracteres anatómicos y fisiológicos de los progenitores a los descendientes. La dotación cromosómica de un individuo corresponde a la suma de los cromosomas del óvulo y el espermatozoide que se unen en la fecundación, esto es, una mitad aportada por la madre y la otra por el padre. Así pues, cada persona dispone de un gen que codifica determinada información en cada uno de los dos cromosomas homólogos, pero cabe destacar que hay genes que, aunque su misión es la misma, presentan variantes, denominadas **alelos**. Por ejemplo, el gen que determina el color de los ojos tiene variantes responsables de que el iris adopte una tonalidad azul o una tonalidad marrón. Y a veces, la información contenida en un alelo se impone sobre la contenida en el otro: el primero se denomina entonces **dominante**, mientras que el segundo se llama **recesivo**.



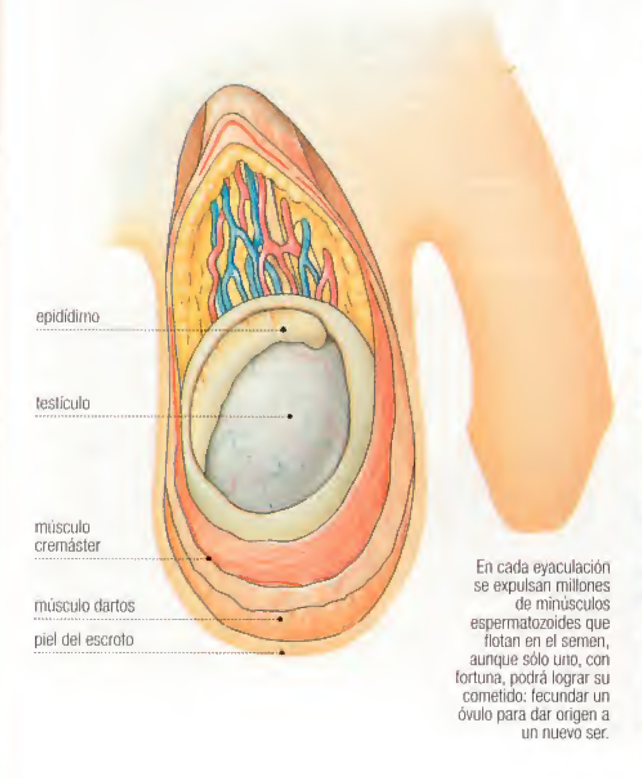
EL SISTEMA REPRODUCTOR

El sistema reproductor está formado por un conjunto de órganos que están perfectamente adaptados para que tanto los hombres como las mujeres puedan llevar a cabo su **actividad sexual** y en especial preparados para hacer posible la **procreación**, proceso que da lugar a la generación de nuevos seres.

COMPONENTES DEL APARATO REPRODUCTOR MASCULINO



ESTRUCTURA DEL ESCROTO



FUNCIÓN DEL ESCROTO

El escroto tiene una función muy importante, pues mantiene los testículos situados **fuera de la cavidad abdominal** y, con ello, a una temperatura ligeramente inferior a la que hay en el interior del cuerpo, más apropiada para la generación de los espermatozoides. Para poder cumplir tan importante misión, la pared del escroto está formada por diversas capas, una más externa de **piel fina** y **arrugada**, con surcos más o menos profundos, y por debajo una capa muscular cuyo grado de contracción o relajación modifica la profundidad de los surcos cutáneos y sirve para regular el grado de temperatura a la cual se ven expuestos los testículos: cuando la temperatura ambiental es elevada, el músculo se relaja y los surcos se atenúan, con la consiguiente **pérdida de calor**, mientras que cuando la temperatura es baja, las fibras musculares se contraen y acentúan los surcos cutáneos, con lo que disminuye la pérdida de calor.

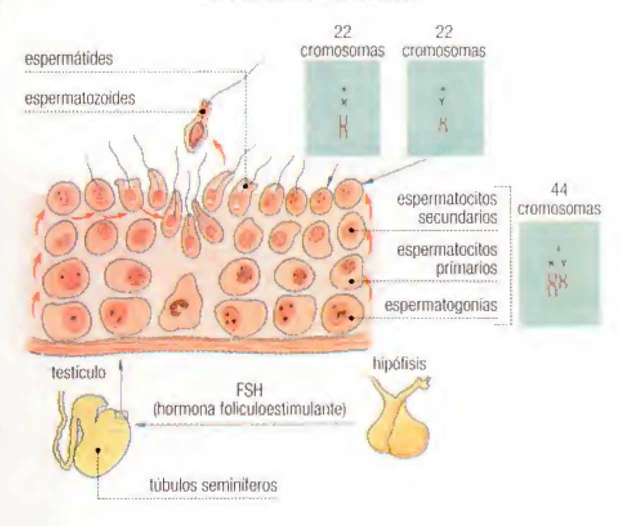


En cada eyaculación se expulsan millones de minúsculos espermatozoides que flotan en el semen, aunque sólo uno, con fortuna, podrá lograr su cometido: fecundar un óvulo para dar origen a un nuevo ser.

FUNCIONES DE LOS TESTÍCULOS

Los testículos tienen dos funciones: por un lado, se encargan de la **producción de espermatozoides** y, por otro, tienen una **actividad endocrina**, ambas funciones reguladas por las gonadotrofinas hipofisarias. La producción de espermatozoides o **espermatogénesis** se inicia en la pubertad y tiene lugar en unos diminutos túbulos seminíferos donde, desde la etapa embrionaria, hay numerosas **espermatogonias**, células germinales masculinas inmaduras dotadas de 46 cromosomas. Bajo el estímulo de la hormona foliculoestimulante (FSH), estas células se reproducen y se transforman en **espermatocitos primarios**, que a su vez se dividen y originan **espermatocitos secundarios**. Estos últimos, también dotados de 46 cromosomas, se dividen por un mecanismo especial llamado **meiosis**, que da lugar a **espermátides**, dotadas tan sólo de 23 cromosomas: la mitad con un cromosoma sexual X y la otra, con un cromosoma sexual Y. Finalmente, ya en el epidídimo, acontece el estadio final del proceso y los espermátides se transforman en espermatozoides, las células germinales maduras y dotadas de movilidad que inician un largo recorrido hacia el exterior. Por otra parte, bajo el influjo de la hormona hipofisaria luteinizante (LH), el testículo fabrica **testosterona**, que es la principal **hormona masculina**, responsable del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios masculinos.

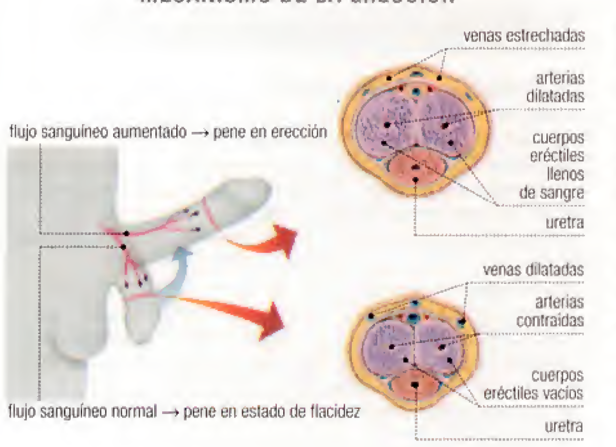
ESPERMATOGÉNESIS



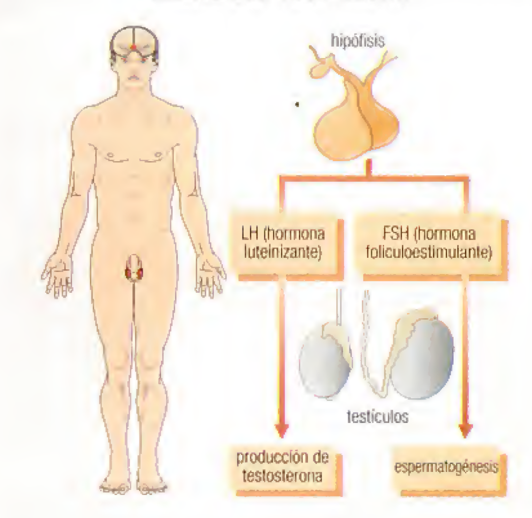
LA ERECCIÓN

La erección es el mecanismo por el cual el pene, que normalmente se encuentra en estado de flacidez, **aumenta de tamaño** y **consistencia**, adoptando un estado adecuado para realizar la cópula. Este mecanismo es **involuntario**, está bajo el control del sistema nervioso autónomo parasimpático y forma parte de la respuesta sexual masculina ante un estímulo apropiado, ya sea físico ya sea psicológico. En tal caso, las arterias que llevan sangre al pene se dilatan y ello aumenta el caudal sanguíneo abocado a los **cuerpos eréctiles** del interior del pene, formados por trabéculas que se expanden y rellenan de sangre. A la par, ello provoca una compresión de las venas encargadas de drenar la sangre de los cuerpos eréctiles, lo cual implica un estancamiento de la sangre en su interior. A medida que se rellenan los cuerpos eréctiles, el pene pasa del estado de flacidez al de erección: aumenta de tamaño, sobre todo en longitud pero también en grosor, se vuelve rígido y se eleva, de tal modo que queda apuntando hacia arriba, en unas condiciones idóneas para practicar el coito. Tras la eyaculación, o bien ante un cese del estímulo sexual, la afluencia de sangre al pene disminuye y los cuerpos eréctiles vacían su contenido en las venas, con lo que el miembro vuelve progresivamente al estado de flacidez.

MECANISMO DE LA ERECCIÓN



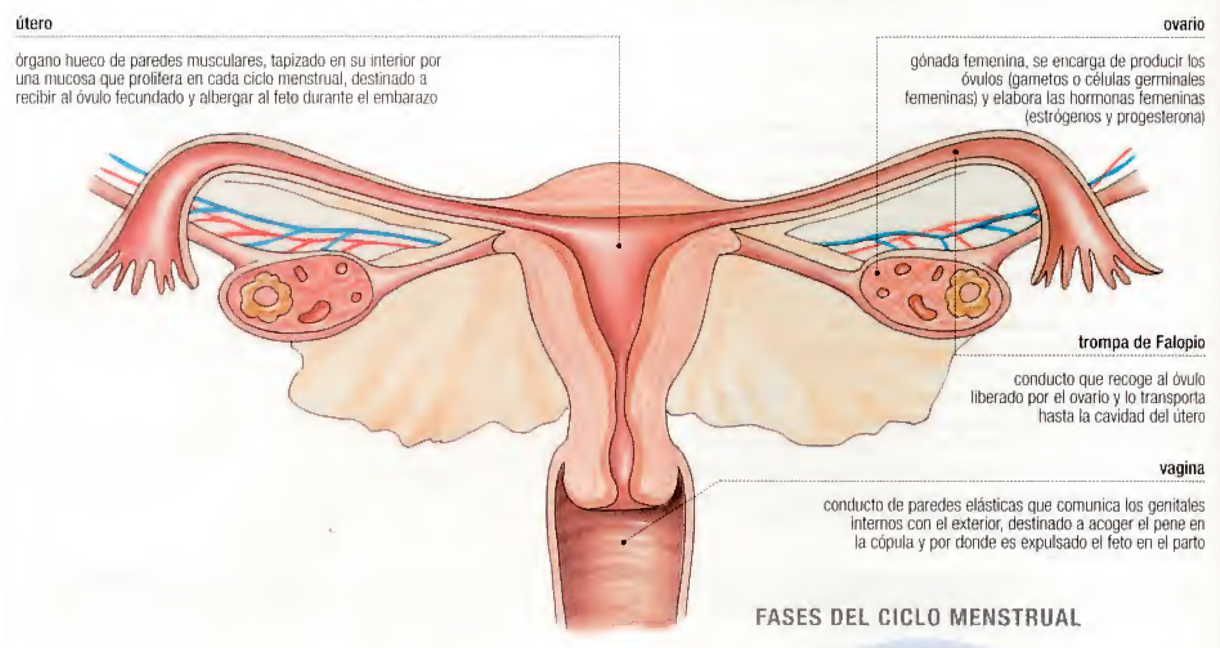
ACCIÓN DE LAS GONADOTROFINAS HIPOFISARIAS SOBRE LOS TESTÍCULOS



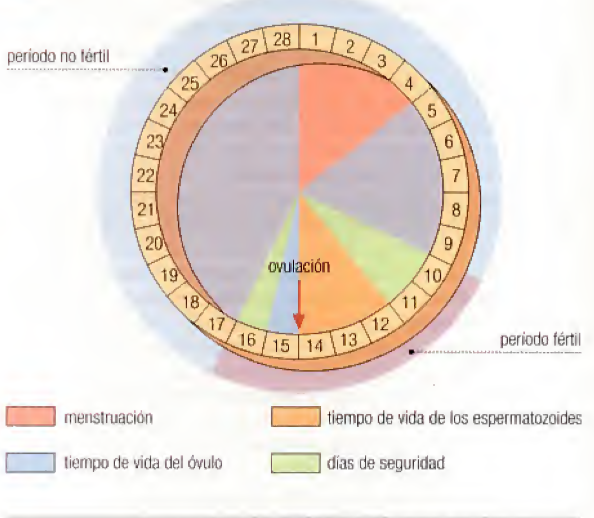
LA EYACULACIÓN

La eyaculación consiste en la **emisión de semen al exterior**, un acto reflejo que se produce de manera involuntaria bajo control del sistema nervioso autónomo simpático cuando se alcanza cierto **umbral de excitación sexual.** En primer término, se produce una contracción rítmica de la musculatura de las paredes de los epidídimos y los conductos deferentes que comporta un **avance de los espermatozoides** en dirección al exterior, a la par que ocurre otro tanto en las vesículas seminales y la próstata, que vacían su contenido: de tal modo, los espermatozoides y el líquido seminal son abocados al **interior de la uretra**. En una segunda fase se producen unas contracciones espasmódicas de la musculatura que rodea la uretra, a la vez que se contrae el esfínter que comunica este conducto con la vejiga urinaria para impedir el paso del esperma a dicho órgano: como resultado, el semen es impulsado hacia el exterior y surge a borbotones a través de la uretra por la punta del pene. Este acto reflejo suele acompañarse de una intensa sensación de placer, que constituye el orgasmo masculino.

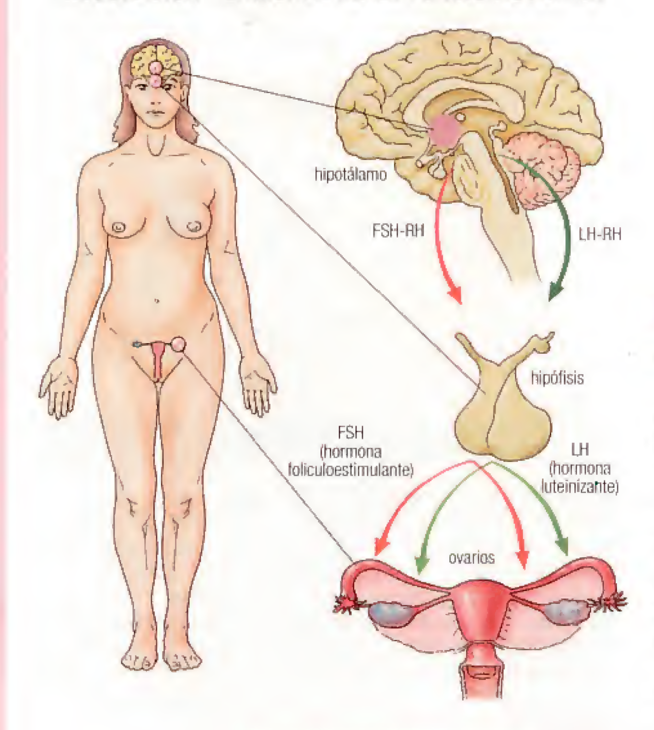
COMPONENTES DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO



FASES DEL CICLO MENSTRUAL



REGULACIÓN HORMONAL DE LA FUNCIÓN OVÁRICA



Aunque el ciclo menstrual dura de promedio 28 días, es normal que su duración oscile entre 21 y 35 días.



EL CICLO MENSTRUAL

A partir de la pubertad, bajo la influencia de las hormonas del eje hipotálamo-hipofisario, el sistema reproductor femenino comienza una **actividad cíclica** que se mantiene durante toda la vida adulta hasta la menopausia. Su funcionamiento, pues, se desarrolla en ciclos que tienen una duración aproximada de **28 días** y se caracterizan por la aparición regular de la hemorragia menstrual o **menstruación**. En cada ciclo menstrual, los ovarios producen y **liberan un óvulo maduro**, apto para ser fecundado, a la par que **secretan hormonas** femeninas que **acondicionan al útero** para acoger el producto de una fecundación en caso de producirse, aunque también tienen múltiples efectos en el conjunto del organismo femenino. Dado que la expulsión del óvulo u **ovulación** se produce hacia la mitad del ciclo y que tanto la vida del óvulo como la de los espermatozoides tienen una duración limitada, se distinguen en el ciclo menstrual una **fase fértil**, en que una relación sexual podría dar lugar a un embarazo, y un período no fértil, en que, en teoría, resulta difícil que se produzca una fecundación.

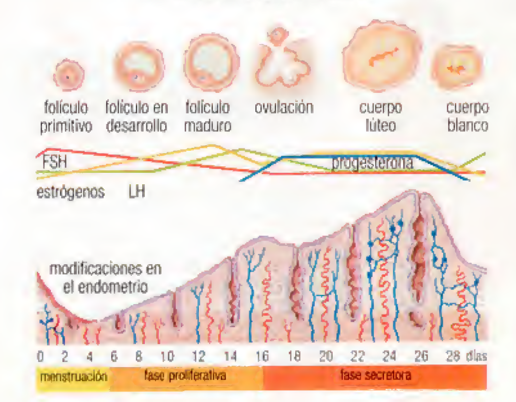
FUNCIONES DE LOS OVARIOS

Los ovarios tienen dos funciones: se encargan de la **producción de óvulos** y tienen una **actividad endocrina**, ambas funciones reguladas por las gonadotrofinas hipofisarias. La producción de óvulos se inicia en la pubertad, cuando, de manera cíclica, bajo la influencia de la hormona FSH algunos de los **folículos primarios** presentes en los ovarios desde el nacimiento comienzan a madurar, a la par que lo hacen los ovocitos o **células germinales inmaduras** que contienen en su interior. A medida que maduran, los folículos producen **estrógenos**, que preparan al útero para la posible acogida de un óvulo fecundado. Por lo general, sólo un folículo ovárico culmina su maduración, mientras que el resto se atrofia. Al cabo de 14 días de iniciado el ciclo, el folículo ya está maduro y estalla en la superficie del ovario, dando lugar a la **ovulación**: el ovocito, ya convertido en óvulo, se desprende del ovario y se introduce en la trompa de Falopio en busca de algún espermatozoide que lo fecunde. Bajo la influencia de la hormona LH, los restos del folículo se transforman en el **cuerpo lúteo** o **amarillo**, que sigue secretando estrógenos y también comienza a producir **progesterona**. Si no se produce una fecundación, el cuerpo lúteo se atrofia, se convierte en **cuerpo blanco** y cesa su producción hormonal, lo cual da lugar a la **menstruación**. Y el ciclo se repite, una y otra vez mientras no se produzca un embarazo, hasta la menopausia.

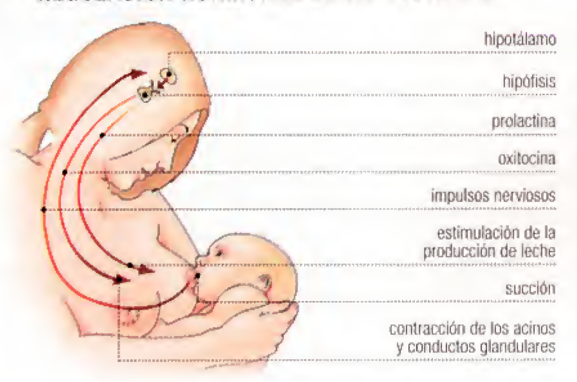
En el momento del nacimiento, los ovarios contienen unos 400.000 ovocitos primarios, pero sólo unos pocos cientos llegan a madurar durante la etapa reproductora de la mujer.



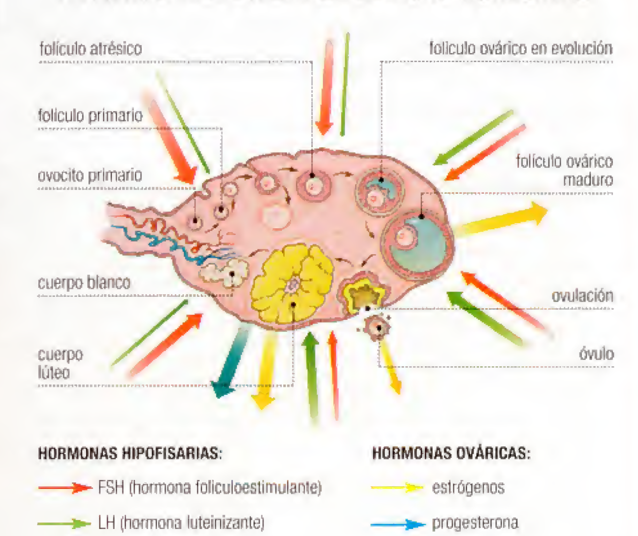
MODIFICACIONES UTERINAS EN EL CICLO MENSTRUAL



REGULACIÓN HORMONAL DE LA LACTANCIA



ACTIVIDAD DEL OVARIO EN EL CICLO MENSTRUAL



FUNCIÓN DEL ÚTERO

El útero tiene la misión de **acoger al óvulo fecundado** y albergar al feto durante el embarazo. Para ello se prepara en cada ciclo menstrual, bajo la influencia de las hormonas femeninas producidas por el ovario. En la primera parte del ciclo, los estrógenos secretados por los folículos ováricos dan lugar a la **fase proliferativa**: la capa mucosa que tapiza el interior del útero, el **endometrio**, aumenta de espesor y se va preparando para la eventual anidación de un óvulo fecundado. Tras la ovulación, en la segunda parte del ciclo, la progesterona elaborada por el cuerpo lúteo da lugar a la **fase secretora**: el endometrio sigue aumentando de grosor, sus glándulas se activan y su vascularización alcanza un notable desarrollo. Todo ello, en preparación para un posible embarazo. Pero si en el ciclo no se produce una fecundación que dé inicio a un embarazo y la producción de hormonas ováricas disminuye bruscamente, el endometrio se **descama** y sus restos son eliminados junto con sangre a través de la vagina: es la **menstruación**, de tres a cinco días de duración, que suele presentarse cíclicamente cada 28 días.

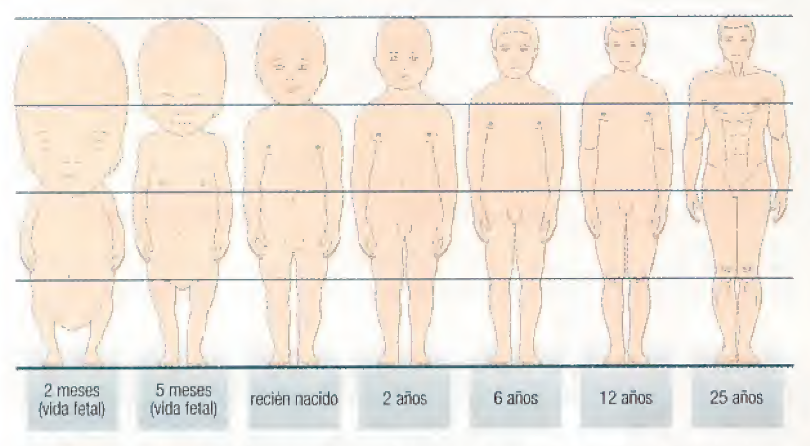
FUNCIÓN DE LA MAMA

Las mamas también forman parte del sistema reproductor femenino y tienen una función muy especial: **producir leche materna**, alimento idóneo para el recién nacido. En cada ciclo menstrual las mamas comienzan a prepararse para un posible embarazo, pero su desarrollo continúa sólo si tal eventualidad se produce. En ese caso, **las glándulas mamarias proliferan** y adquieren unas características apropiadas para producir leche. Tras el parto, bajo la influencia de la hormona **prolactina**, las glándulas mamarias se activan y comienzan su secreción. El propio estímulo de la succión del bebé provoca la liberación de prolactina y mantiene la secreción láctea durante todo el tiempo que el pequeño siga con la lactancia materna. Además, en cada mamada la succión del bebé provoca la liberación de **oxitocina**, hormona que provoca una contracción de las glándulas mamarias y facilita la salida de la leche por el pezón. Cuando termina la lactancia y cesa la producción de prolactina, las glándulas mamarias dejan de fabricar leche, involucionan y vuelven al estado de reposo previo al embarazo.

EVOLUCIÓN DEL CUERPO HUMANO

El crecimiento y desarrollo es un complejo proceso, producto de la continua interacción de **factores hereditarios** y **ambientales**, que determina no sólo un notorio **aumento de las dimensiones** durante la infancia y la pubertad sino también una **auténtica transformación** del cuerpo humano, con la progresiva aparición de las características que corresponden al individuo adulto.

CAMBIOS PRODUCIDOS EN LAS PROPORCIONES CORPORALES ENTRE LA VIDA FETAL Y LA EDAD ADULTA



Desde el nacimiento hasta la edad adulta, la cabeza incrementa cerca de dos veces su longitud, mientras que el tronco lo hace tres veces, los brazos, cuatro y las piernas, cinco. Así, mientras que a los dos meses de vida intrauterina la cabeza representa el 50 % de la longitud corporal total, en la edad adulta sólo le corresponde el 10 % de la talla.

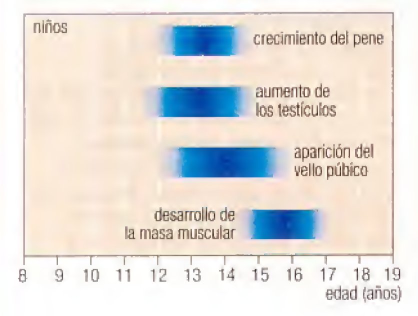
DESARROLLO MASCULINO DURANTE LA PUBERTAD

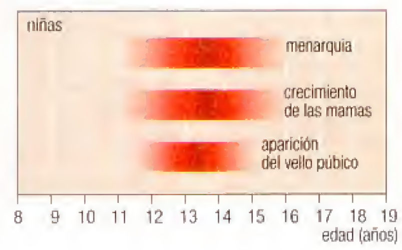
11 años 14 años 17 años

DESARROLLO FEMENINO DURANTE LA PUBERTAD

9-11 años 13 años 16 años

EDAD DE APARICIÓN DE ALGUNOS CAMBIOS CARACTERÍSTICOS DE LA PUBERTAD





EVOLUCIÓN DE LA PUBERTAD MASCULINA

En los niños, el primer cambio físico propio de la pubertad es el **aumento del tamaño de los testículos**, a lo que se suma la aparición de arrugas en el escroto y, poco después, la aparición del vello púbico. Uno o dos años después acontece un **aumento de la longitud** y **el grosor del pene**, que alcanza unas dimensiones adultas en el término de dos o tres años. A la par se produce una aceleración en el **desarrollo esquelético**, con un incremento de la talla y un notable **aumento del peso corporal.** Asimismo se observa un marcado aumento de volumen de las masas musculares y un ensanchamiento de los hombros que, en contraste con el perímetro más reducido de las caderas, conforman la típica **silueta masculina**. Durante este período, además, la voz se hace más grave, el vello púbico adopta la forma romboidal típica en el sexo masculino y comienzan a aparecer el vello corporal, el bigote y, por último, la barba.

EVOLUCIÓN DE LA PUBERTAD FEMENINA

En las niñas, los primeros cambios físicos puberales corresponden al **crecimiento de las mamas** y la aparición de vello en el pubis. Conforme las mamas siguen creciendo y el vello púbico se extiende hasta adoptar la forma triangular típica en el sexo femenino, también comienza a constatarse un crecimiento de los genitales externos y aparece el vello axilar. Un poco más adelante se observa el típico estirón puberal y un notable **aumento del peso corporal**, a la par que se perfila la **silueta femenina**: se ensanchan los muslos y las caderas, mientras que aumentan los depósitos de grasa bajo la piel, abultados sobre todo en las nalgas y las mamas. Aproximadamente al cabo de dos años de iniciados los cambios en las mamas se presenta la **menarquia** o **primera menstruación**. Los primeros ciclos menstruales suelen ser irregulares y no se acompañan de ovulación, pero con el paso de los años se regularizan y la mujer, aunque tenga el aspecto de una adolescente, ya estará en condiciones para la función reproductora.

EVOLUCIÓN DE TALLA Y PESO EN NIÑOS Y NIÑAS HASTA LOS 7 AÑOS DE EDAD

Edad	Niños		Niñas	
	talla (cm)	peso (kg)	talla (cm)	peso (kg)
nacimiento	50,5 ± 4	3,5 ± 0,8	50,0 ± 4	3,4 ± 0,7
3 meses	60,5 ± 4	5,7 ± 0,8	59,5 ± 4	5,6 ± 0,8
6 meses	66,5 ± 4	7,6 ± 1,2	65,0 ± 4	7,3 ± 1,2
9 meses	71,2 ± 4	9,1 ± 1,5	70,0 ± 4	8,7 ± 1,2
1 año	75,2 ± 4	10,1 ± 1,7	74,2 ± 4	9,7 ± 1,2
1,5 años	81,8 ± 6	11,4 ± 2,0	81,0 ± 6	11,1 ± 2,0
2 años	87,5 ± 6	12,6 ± 2,0	86,6 ± 6	12,3 ± 3,0
2,5 años	92,1 ± 6	13,6 ± 2,2	91,4 ± 6	13,4 ± 3,0
3 años	96,2 ± 6	14,6 ± 2,5	95,7 ± 6	14,4 ± 3,0
3,5 años	99,8 ± 6	15,6 ± 3,0	99,5 ± 7	15,4 ± 3,0
4 años	103,4 ± 6	16,5 ± 3,0	103,2 ± 7	16,4 ± 3,2
4,5 años	108,0 ± 6	17,4 ± 3,5	106,8 ± 8	17,5 ± 3,5
5 años	110,0 ± 8	18,9 ± 3,5	109,4 ± 8	18,6 ± 3,5
5,5 años	114,5 ± 8	20,7 ± 3,5	112,8 ± 8	20,0 ± 3,5
6 años	117,5 ± 9	22,0 ± 4,0	116,0 ± 8	21,0 ± 4,0
6,5 años	120,8 ± 9	23,2 ± 4,0	119,1 ± 8	22,4 ± 4,0
7 años	124,1 ± 9	24,5 ± 5,0	122,3 ± 9	23,7 ± 5,0

EL ESTIRÓN PUBERAL

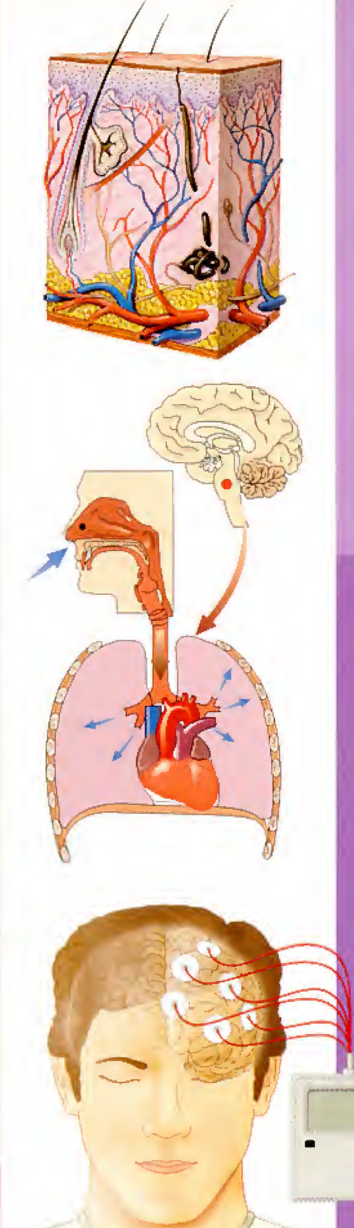
Si en la infancia el **aumento de la talla corporal** no suele superar los 4 cm al año, el inicio de la pubertad marca un mayor ritmo de aumento de la estatura, con una **aceleración** que en algún período llega a **duplicarse** y da lugar al conocido "estirón puberal". En las niñas, el estirón puberal suele iniciarse entre los 9 y los 11 años de edad y el período de máximo crecimiento dura de uno a dos años, finalizando hacia los 15-16 años, coincidiendo con la regularización del ciclo menstrual. En los niños, en cambio, suele comenzar hacia los 12 años, pero dura más y también acaba más tarde, hacia los 17-18 años. Esta diferencia en el momento de comienzo y la duración del estirón puberal tiene una evidencia: si las niñas son más altas que los niños al principio de la pubertad, al cabo de unos años esta tendencia se invierte.

Desde hace unos 150 años, coincidiendo con la revolución industrial, se observa un incremento significativo de la talla adulta en los países desarrollados.

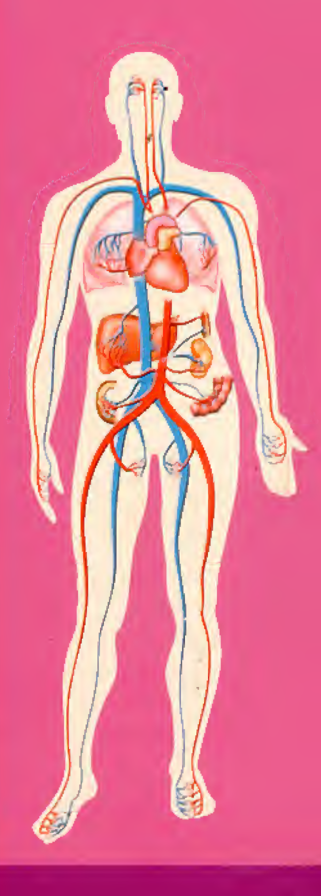
En condiciones normales, la pubertad se inicia en un período comprendido entre los 9 y los 13 años de edad y se prolonga, como promedio, durante unos cuatro años, aunque los cambios físicos tardan en completarse unos años más.

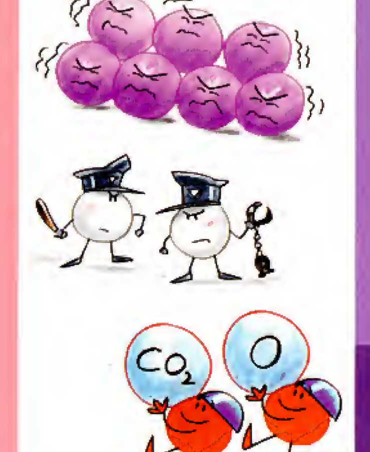
EVOLUCIÓN DE LA TALLA Y EL PESO EN LA PUBERTAD

ÍNDICE ALFABÉTICO DE MATERIAS



El objetivo de esta obra es proporcionar al lector, tanto para el escolar como para el que realiza una consulta esporádica, un completo y atractivo panorama de la fisiología humana, la ciencia que estudia el funcionamiento de los órganos, aparatos y sistemas que constituyen nuestro organismo. Resulta un instrumento de máxima utilidad para descubrir la maravilla que representa nuestro cuerpo, tantas veces comparado con una máquina, aunque mucho más complejo que cualquier aparato que el ser humano haya diseñado jamás. Una introducción acerca de los aspectos generales de la fisiología y un detallado índice de materias incrementan el valor práctico de este excepcional volumen.







ISBN 9972-58-320-1
9 789972 583209





GRUPO
LA REPÚBLICA